

Tesis Final

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Maestría en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas

Universidad Nacional del Litoral

Año 2001

Santa Fe - Argentina

Tesista: Liliana Susana Riboldi

Director: Dr. Oscar Pliego

Codirector: Bqco. Hector Odetti

“En mi larga vida he aprendido una cosa: que toda nuestra ciencia, comparada con la realidad, es primitiva e infantil y que, a pesar de todo, es lo más valioso que tenemos”

Albert Einstein

Dedico esta tesis a mi esposo y mis hijos, los que, pese a todo el tiempo que les he escamoteado durante su elaboración, siguen siendo para mí lo más importante.

Agradezco...

A mi director, el Dr. Oscar Pliego, por su infinita paciencia para conmigo y su colaboración acercando material y sugerencias.

A mi codirector, Hector Odetti, quien debe ser de los mejores consejeros que he tenido.

El tiempo que desinteresadamente me dedicó Liliana Contini, quien solucionó todas mis dudas respecto al tratamiento estadístico de los resultados obtenidos.

Y a todos los que de uno u otro modo me acompañaron y me alentaron durante todo este tiempo.

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Índice

Índice

1- Introducción

Presentación del Problema

Objetivos de la Investigación

2- Materiales y Métodos

Diseño Experimental

Posibilidades de Desarrollo de la Investigación

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Entrevistas Individuales

Elaboración del Cuestionario de Evaluación - Cronología

Génesis y Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación

Pregunta 1

Pregunta 2

Pregunta 3.1

Pregunta 3.2

Pregunta 3.3

Pregunta 4

Pregunta 5

Pregunta 6.1

Pregunta 6.2

Pregunta 6.3

Pregunta 7

Pregunta 8

Ítem 8-a

Ítem 8-b

Ítem 8-c

Ítem 8-d

Pregunta 9

Ítem 9-a

Ítem 9-b

Ítem 9-c

Pregunta 10

Pregunta 11

Muestra Experimental Técnicas Estadísticas

3- Resultados

4- Discusión

5- Conclusiones

6- Bibliografía

7- Apéndice I

 Cuestionario de opción abierta

8- Apéndice II

 Cuestionario de entrevistas personales semiestructuradas
 Transcripción de las entrevistas personales

9- Apéndice III

 Primer Intento del Instrumento de Evaluación.
 Segundo Intento del Instrumento de Evaluación.
 Tercer Intento del Instrumento de Evaluación.
 Cuarto Intento del Instrumento de Evaluación.
 Quinto Intento del Instrumento de Evaluación.
 Cuestionario de Evaluación de las Concepciones Alternativas Referidas
 a los Enlaces Químicos

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Presentación del Problema

Objetivos de la Investigación

Presentación del Problema

La enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha ido creciendo en importancia fundamentalmente porque los logros científicos significan fuertes cambios tecnológicos y por ende cambios sociales profundos. La reforma educativa actualmente en ejecución en nuestro país recoge también este hecho, y es así que la enseñanza de Ciencias Naturales (que engloba la Biología, la Física, la Química y la Geología) ha arribado con una importancia que antes no tenía en todos los niveles educativos (incluida la E.G.B., donde tradicionalmente, exceptuando la Biología, las demás áreas disciplinares tenían poca o ninguna cabida).

Como resultante de la necesidad de adaptar la formación de los jóvenes a los requerimientos de las empresas productoras de bienes y servicios comenzó a desarrollarse, en la segunda mitad del siglo, un área que cuenta con un marco teórico propio: la didáctica de las ciencias.

La evolución de la misma ha generado diversos modelos de enseñanza, apoyados en distintas teorías sobre el aprendizaje. Cada modelo se corresponde con una forma de concebir la ciencia.

El modelo tradicional, epistemológicamente es racionalista y psicológicamente conductista; opera mediante el mecanismo de transmisión-recepción. (Pliego 1997).

La escuela racionalista considera la ciencia como un cuerpo acabado y justificado de conocimientos, los que representan la realidad. El conocimiento científico es concebido como gradualmente acumulativo.

Coherentemente con ello al enseñar “la verdad” descubierta, exterior al sujeto e independiente de su interpretación personal, encuentra su fundamento psicológico en el conductismo.

Para los psicólogos conductistas el aprendizaje es considerado sinónimo de cambio de conducta, al cual se puede llegar con programas de ejercitación adecuados. La mente del alumno es considerada una tabla rasa, una hoja en blanco, donde el docente puede transcribir de manera completa y perfecta todos los contenidos de la ciencia.

Tales propuestas se basan en los trabajos de Paulov, Watson, Skinner y otros psicólogos conductistas. Las teorías por ellos desarrolladas con éxito para explicar la conducta animal y su eventual modificación se extrapolan y aplican al estudio de la conducta humana.

“Pero el aspecto más significativo de la conducta humana es nuestra capacidad de formar conceptos, de representar estos conceptos mediante símbolos lingüísticos y de manipular dichos símbolos. Esta diferencia fundamental del pensamiento y aprendizaje humanos era la que hacía inadecuada la aplicación indiscriminada de las teorías y métodos desarrollados a partir de experimentos de aprendizaje animal o de conducta humana que no se centrara en la utilización de conceptos” (Novak y Gowin, 1984).

Por otro lado, aunque los programas de ejercitación pueden llevar a las conductas deseadas como solucionar problemas de matemáticas o escribir correctamente, dichos cambios de conducta no implican que el alumno pueda comprender cómo se relacionan sus nuevos conocimientos con otros que ya posee y dar significados nuevos a sus experiencias previas.

A fines de la década del 60 el modelo tradicional de enseñanza de las ciencias hace crisis y cobra fuerza un nuevo paradigma en la enseñanza: el modelo por descubrimiento.

La “escuela activa”, introduce la didáctica denominada “método por descubrimiento” e induce a pensar que sólo es significativo aquel aprendizaje que se obtiene por descubrimiento. Aplicando el método científico el alumno no solo asimila los contenidos sino que actúa y puede convertirse en científico. La didáctica debería desarrollar las destrezas propias del método científico. Las disciplinas y sus contenidos no eran parte necesaria en el aprendizaje de las ciencias, ya que éste quedaría asegurado con el dominio por parte de los alumnos del método de producir conocimientos de las ciencias.

El alumno actúa como su propio docente y éste último se constituye en un facilitador de las experiencias necesarias a fin de que el descubrimiento de las teorías científicas se efectivice.

Epistemológicamente es empirista inductista y psicológicamente, si bien reconoce varios fundamentos, recibe el aporte más significativo de la obra de Piaget.

Según Pozo (1991) “todo el edificio conceptual que constituye la Epistemología Genética piagetiana es un intento de establecer los procesos y estructuras mediante los cuales las personas construyen el conocimiento científico. La obra de Inhelder y Piaget no solo constituye el primer intento sistemático de investigación psicológica sobre el pensamiento científico, sino que posiblemente aún hoy sigue siendo el más completo estudio sobre el tema”.

Esta obra propone que la estructura psicológica cambia cualitativamente según la edad del individuo, lo que determina la existencia de estadios y formas definidas de pensamiento. Dentro de cada estadio hay crecimiento cuantitativo de conocimientos, de acuerdo a la edad, influencias del medio, escolarización, etc. Cada uno de los estadios tiene una estructura, la cual queda presente y subordinada a la estructura del estadio inmediato superior.

En el período pre operacional, antes de los 7 años, la forma o calidad de pensamiento presente en el niño no hará posible la elaboración de conceptos. Estos comenzarán a ser construidos en el período de las operaciones concretas, desde los 7 a los 11 años, cuando el niño comienza gradualmente a abandonar la “causalidad inmediata”, declina la importancia que asigna a lo perceptivo y abona sus operaciones intelectuales.

En el último estadio, el de las operaciones formales y desde la adolescencia, es donde será posible la construcción del conocimiento científico. En esta etapa puede comenzar la aplicación de los esquemas operatorios formales (operaciones combinatorias, proporciones, coordinación de dos sistemas de referencia y nociones de equilibrio, probabilidad, correlación, compensaciones multiplicativas y conservación de propiedades no observables) y por lo tanto el desarrollo del pensamiento científico.

En el estadio de las “operaciones concretas” el individuo opera con los objetos reales, mientras que en el de las “operaciones formales” lo hace con las operaciones que anteriormente hizo con los objetos. Este estadio es más abarcativo, supera la realidad y permite la propuesta y contrastación de hipótesis.

Si bien la posibilidad de aplicación de los esquemas operatorios formales puede depender de factores externos (exigencia de la escolarización, factores socioculturales, etc.), su adquisición sería universal, solidaria (se adquieren en forma sincronizada) y homogénea (se aplicarían por igual a los diversos dominios de conocimiento). Esto trae como consecuencia que el individuo pueda desarrollar el pensamiento científico

independientemente de los contenidos y conceptos disciplinares. Así, la didáctica se debería concentrar en desarrollar en los alumnos el pensamiento formal para que ellos pudiesen posteriormente descubrir los conceptos científicos por sí mismos.

A fines de la década del '70 los magros resultados alcanzados respecto al nivel de conceptualización por los alumnos de los programas basados en este modelo y las críticas que recibe la extrapolación hecha de la obra de Piaget al contexto áulico, hacen que el mismo sea cuestionado.

Respecto de las críticas que merece la extrapolación a la enseñanza aprendizaje de la obra de Piaget éstas se centran en la duda de la existencia de estadios de desarrollo cognitivo, tal y como éste los describió, y si el pensamiento lógico formal es una estructura homogénea, solidaria y con presencia universal e independiente del contexto áulico al que se aplique.

Por otra parte resulta bastante difícil imaginar cómo un alumno podría descubrir por ejemplo el modelo atómico, el mismo que llevó a los científicos años de investigación y discusiones.

Nada garantiza que un alumno descubra aquello que el profesor desea o planifica tal como surge de los siguientes comentarios de distintos docentes extraídos de Osborne y Freyberg (1985).

“He probado casi todos los procedimientos posibles en experimentos de aula que se puede imaginar, y sigue todavía habiendo tantos alumnos en la clase que en mi opinión, no se enteran de qué va el asunto... Puede que traten de pensar algo sobre el tema, no lo sé, pero no dan en el clavo... Empiezo ya a pensar que no se esfuerzan; bueno, es difícil decirlo, pero uno se encuentra con que algunos de los tipos más entusiastas, ilusionados y preparados siguen sin entender...”

“Les gustan los experimentos, pero no siempre los que uno querría que hicieran... Quiero decir, uno no sabe dónde va, pero es difícil hacerles ver dónde van ellos.”

“Se centran en cosas que ni por soñación creería yo que pudieran interesar jamás.”

Así surge, como postura contrapuesta, que el pensamiento científico no está ligado con exclusividad a la edad y desarrollo mental del individuo. De hecho, las investigaciones muestran que un escaso número de sujetos adolescentes e incluso adultos resuelven formalmente tareas científicas, “un 50% en el mejor de los casos” (Pozo, 1991).

El desarrollo de los individuos se comienza a concebir como algo más específico más ligado al contexto, a la tarea en sí, lo que revaloriza los contenidos y estructuras conceptuales de las diferentes disciplinas científicas y promueve el cambio curricular (Pliego y col, 1994).

Si bien no se abandonan las aplicaciones de la obra de Piaget en su totalidad, hay cambios de criterio respecto a cómo el individuo se desarrolla cognitivamente.

Perdura la idea de génesis evolutiva (construcción progresiva de la capacidad cognitiva de los sujetos). Se admite la existencia de distinta etapas en la evolución intelectual con las características cualitativas de las capacidades de cada una de ellas descritas por Piaget. Se establece la necesidad de que haya actividad primero, y actividad autoconsciente (meta cognición) después, por parte del sujeto en desarrollo, como condición de la evolución intelectual.

Pero, de acuerdo a los resultados obtenidos en la extrapolación de las teorías al contexto áulico, se descarta que la adquisición de tales estadios cognitivos sea solidaria y homogénea en todos los sujetos. Incluso se cuestiona que el modo de adquirir conceptos nuevos de los individuos sea tal y como lo propuso Piaget (si bien no se

descarta su propuesta como posible se admite que no es única y que los sujetos llegan a conceptualizar a través de otros caminos) (Pozo, 1989).

El tercer modelo de enseñanza es el constructivista. Este aparece como resultado de los cambios epistemológicos y de las modificaciones de los fundamentos psicológicos del aprendizaje.

“En el modelo constructivista pueden considerarse dos aportes epistemológicos: el empirismo (al considerar que deben investigarse y tener en cuenta los contenidos previos) y el de la construcción de modelos, necesarios para la interpretación de la realidad” (Pliego, 1997).

Psicológicamente recibe el aporte de la escuela cognitiva a la que también pertenece Piaget. Pero en lo que atañe a los conceptos científicos, ha abandonado la fe racionalista en la “omnipotencia lógica” (Pozo y Carretero, 1987) que hacía suponer a sus seguidores que una vez dominados los procedimientos del pensamiento científico, estos podrían aplicarse a cualquier área o tarea con independencia de los conceptos implicados.

La influencia más gravitante sobre el modelo es la teoría del aprendizaje significativo formulada por Ausubel en 1963 y el redescubrimiento de las ideas del psicólogo soviético Vygotskii.

La psicología cognitiva da gran importancia al estudio de formación de conceptos. Los mismos no se consideran como simples listas de rasgos acumulados, sino que forman parte de teorías o estructuras más amplias. Se admite así que el aprendizaje de conceptos sería ante todo, el proceso por el que cambian esas estructuras. “El proceso fundamental de aprendizaje sería la reestructuración de las teorías de la que forman parte los conceptos” (Pozo, 1989).

De hecho, ya en 1934 Vygotskii y en 1972 Davydov señalaban como características fundamentales de los conceptos científicos las siguientes:

- Los conceptos científicos forman parte de un sistema.
- Se adquieren a través de una toma de conciencia de la propia actividad mental.
- Implican una relación especial con el objeto basada en la internalización de la esencia del concepto.

Ach considera que: “la adquisición de conceptos no se trata de un proceso pasivo de formación de cadenas asociativas sino creativo, basado en las tendencias determinantes o búsquedas de metas inherentes a los propios conceptos” (Ach, 1921).

Al asumir una posición constructivista adquiere gran importancia la organización cognitiva interna de cada sujeto, que aunque no siempre bien definida, es utilizada para interpretar la realidad. “El sujeto interpreta la realidad proyectando sobre ella los significados que va construyendo”. No se considera que “el conocimiento sea meramente reproductivo sino que el sujeto modifica la realidad al conocerla” (Pozo, 1989).

Según Koffka “vemos las cosas no como son sino como somos nosotros”.

En este sentido se le podría atribuir a los conceptos en la estructura cognitiva del individuo una analogía con el papel de los paradigmas Kuhnianos en el campo científico. “Los paradigmas ayudan al científico a encontrar nuevos significados en datos ya conocidos o buscar nueva información específica para la solución de rompecabezas. Los conceptos en la estructura cognitiva facilitan el aprendizaje significativo y, por lo tanto permiten desarrollar dichos conceptos e incrementar la capacidad de resolución de problemas en un área dada” (Novak, 1977).

Todo lo expuesto nos muestra el grado de relevancia que para este modelo tienen las cuestiones relativas al estado inicial de los alumnos. Específicamente interesan los conceptos que ha construido y los esquemas en que se hallan organizados sus conocimientos por su repercusión en los procesos de enseñanza aprendizaje que se llevan a cabo en el aula.

Respecto de los conceptos y su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje ya Vygotskii consideraba que “ciertos pensamientos no pueden ser comunicados a los niños, aunque estén familiarizados con las palabras necesarias pues puede faltar el concepto adecuadamente generalizado que asegure la comprensión total.” (Vygotskii, 1934).

Tolstoi dice en sus escritos sobre educación que a menudo los niños tienen dificultad para aprender una nueva palabra no a causa de su pronunciación sino del concepto al cual se refiere. Cuando el concepto ha madurado, casi siempre hay una palabra disponible. Y en sus teorías sobre la adquisición de conocimientos señalaba que todo aprendizaje escolar tenía su prehistoria.

Los conceptos científicos sólo pueden aprenderse cuando los conceptos espontáneos se hallan ya relativamente desarrollados: “al elaborar su lento camino, un concepto cotidiano despeja la trayectoria para el concepto científico y su desarrollo descendente. Crea una serie de estructuras necesarias para la evolución de los aspectos elementales y más primitivos de un concepto.” (Vygotskii, 1934). Según el mismo autor los conceptos espontáneos y científicos se aprenden por vías opuestas; los primeros van de lo concreto a lo abstracto mientras que los segundos siguen el camino inverso. Proceden de modo ascendente y descendente respectivamente.

Pozo también señala que “los verdaderos conceptos sólo pueden adquirirse por reestructuración, pero esa reestructuración sólo es posible si se apoya en asociaciones previas” (Pozo, 1989).

Ausubel decía, haciendo referencia a la mutua influencia entre el aprendizaje y la estructura conceptual, que “el aprendizaje es significativo cuando puede relacionarse, de modo no arbitrario y substancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978).

Y en una de las afirmaciones más contundentes al respecto expresa que “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enseñesele en consecuencia” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978).

En este punto conviene aclarar que tampoco el modelo constructivista resuelve satisfactoriamente todos los problemas de la enseñanza aprendizaje de las ciencias.

La confluencia en la escuela de epistemologías y culturas diversas (la científica, la cotidiana, la escolar, la profesional, etc.) y la prioridad que se concede al desarrollo armónico de los alumnos frente a su especialización disciplinar configuran un cuadro de situación que desborda los límites del modelo constructivista, lo que hace necesaria la consideración de los aportes relevantes que se pudieran hacer desde “la teoría sistémica, la teoría de la complejidad, la teoría evolucionista y la teoría crítica” (Porlán Ariza, 1998).

En el marco teórico del modelo constructivista en la década del 80 se desarrolla una línea de investigación respecto de lo que la comunidad científica entendió como las ideas de los alumnos sobre los hechos científicos. Y es en esta línea en la que se inscribe el presente trabajo.

Respecto de la importancia que reviste para el aprendizaje el conocimiento de las ideas de nuestros alumnos sobre los hechos científicos es pertinente señalar que, para la

concepción constructivista, aprender cualquiera de los contenidos escolares supone atribuir un sentido y construir los significados implicados en dicho contenido.

Ahora bien, nuestros alumnos no enfrentan tal reto a partir de cero, sino que construyen un significado sobre la base de los significados que han podido construir previamente.

Tales conocimientos previos abarcan tanto conocimientos e informaciones sobre el propio contenido como conocimientos que de manera directa o indirecta se relacionan o pueden relacionarse con él. Los mismos son utilizados como instrumentos de lectura e interpretación y determinan en buena parte que informaciones seleccionarán, como las organizarán y qué tipo de relaciones establecerán entre ellas nuestros alumnos.

Los conocimientos previos no sólo permiten contactar inicialmente el nuevo contenido, sino que, además, son los fundamentos de la construcción de nuevos significados.

Un aprendizaje es tanto más significativo cuantas más relaciones con sentido es capaz de establecer el alumno entre lo que ya conoce, sus conocimientos previos, y el nuevo contenido que se le presenta como objeto de aprendizaje.

Que los profesores conozcan los conocimientos previos de los alumnos sobre el tema que van a estudiar, es importante no únicamente porque son los que éstos utilizan para aprender, es decir, no pueden prescindir de ellos en la realización de nuevos aprendizajes, sino porque de ellos dependen las relaciones que les es posible establecer para atribuir significado a la nueva información que se les plantea. Es decir, los conocimientos que el alumno posee sobre un determinado tema posibilitan de establecer relaciones sustantivas y en consecuencia permiten también atribuir significado al nuevo contenido

Los conocimientos previos que el alumno posee no son un obstáculo para el aprendizaje, sino el requisito indispensable para él. Los alumnos no aprenden a pesar de sus conocimientos previos sino a través de ellos. Y la comprensión de la realidad resulta un proceso gradual que corre simultáneo al enriquecimiento de dichos conocimientos previos, pues no se trata de que los supriman, sino de que los usen, revisen y enriquezcan progresivamente.

En suma las ideas de nuestros alumnos deben ser tenidas en cuenta en la enseñanza ya que “existe una relación genética entre la idea que se abandona y la que se aprende, o, dicho de otra forma, el aprendizaje procede de la reestructuración de las ideas anteriores.” Pozo (1987)

Tales ideas han recibido diversas denominaciones, y un autor como Abímbola (1988) ha registrado hasta dieciocho términos diferentes para nombrarlas: ideas erróneas o errores conceptuales, creencias “naives”, razonamientos espontáneos, concepciones pre científicas o pre concepciones, ciencia de los niños, teorías de sentido común, modelos personales de la realidad, concepciones alternativas, etc. En muchos casos las diferencias lingüísticas no son sólo superficiales sino que detrás de ellas hay diferentes criterios sobre aquello a lo que se hace referencia con tales denominaciones.

Driver y Easley (1978) contemplan la existencia de dos enfoques diferentes. Por un lado, existe uno centrado en el conocimiento científico que toma como referencia los modelos científicamente aceptados. Desde esta perspectiva -también llamada perspectiva de la ciencia-, las concepciones de los sujetos son analizadas incidiendo, básicamente, en la adecuación o inadecuación que presentan con respecto a las explicaciones científicas.

Por otro lado, existe un enfoque que se centra en el conocimiento de los sujetos. A diferencia del caso anterior, la atención se focaliza en la naturaleza de las concepciones de las personas; es decir, en su génesis, sus rasgos, su funcionamiento y su desarrollo. Desde esta perspectiva -también denominada perspectiva del sujeto- no se incide tanto en la desviación de las concepciones con respecto a los modelos científicamente aceptados sino que se atiende a la naturaleza misma de tales concepciones.

Actualmente, la adopción de un enfoque u otro no es tan drástica ni definitiva: simplemente supone incidir más en uno u otro rasgo de las concepciones.

Asumir un enfoque centrado en el conocimiento científico no supone la falta de consideración de la naturaleza misma de las concepciones de los sujetos.

De igual modo, adoptar un enfoque centrado en el conocimiento del sujeto no implica olvidar la falta de adecuación de las concepciones con respecto al conocimiento científico.

Es pertinente por tanto definir la terminología del presente trabajo y el significado que se atribuye a la misma.

Para nombrar a aquellas ideas que puedan estar en conflicto con las comúnmente aceptadas por las teorías científicas se utilizará el vocablo “concepciones alternativas”. Se usará el término pre concepciones, para referirnos a ideas presentes en los alumnos que no están necesariamente en conflicto con las aceptadas por la comunidad científica.

Acorde a lo que se utiliza en algunos trabajos creo conveniente diferenciar los vocablos “concepción alternativa” de “esquema alternativo”. “La primera sería lo que los estudiantes nos dicen que piensan sobre algo, mientras que el esquema alternativo se correspondería con lo que los investigadores decimos que ellos piensan. Es decir, los esquemas alternativos son las relaciones, asociaciones, etc. que el investigador supone que existen entre varias concepciones alternativas y así llegar a imaginar cómo son sus estructuras de conocimiento y cómo cambian.” (Furió Mas, 1996)

También es importante aclarar qué características comunes revisten tales concepciones alternativas.

“*Son construcciones personales*”, elaboradas por los individuos en su interacción cotidiana con el mundo y, por tanto, tienen significado “idiosincrásico” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978). Los individuos elaboran sus concepciones alternativas sin necesidad alguna de instrucción formal, de forma natural. En este sentido se consideran “*construcciones espontáneas*”.

No obstante, no todas las concepciones alternativas son igualmente espontáneas; aquellas referidas a los dominios de física y química poseen una génesis más espontánea que las concepciones sociales, que surgen a partir de una mayor intervención de factores sociales como la familia, los amigos, los profesores, etc. (Wandersee y otros, 1994). En este último caso, se habla de concepciones más inducidas (Pozo y otros, 1991).

Las concepciones inducidas se caracterizan porque los demás crean en el sujeto la necesidad de una explicación -una concepción- no demandada previamente. Las concepciones espontáneas surgen de una necesidad originada naturalmente en el sujeto sin intervención de terceros, descansan en mayor medida sobre la percepción inmediata del mundo, es decir, sobre lo directamente observable.

“*Son incoherentes desde el punto de vista científico*”, aunque para el alumno suelen ser muy satisfactorias. Tal incorrección proviene en parte de que son nociones difusas o poco diferenciadas que los alumnos usan de modo vago en función del contexto (Driver, 1988). En muchos casos, y pese a conocer formalmente las teorías científicas, los

alumnos siguen razonando con tales ideas sin percibir las contradicciones entre sus predicciones y los hechos observados.

“Son estables y resistentes al cambio”. Persisten en niños, adolescentes y adultos aún cuando hayan recibido instrucción específica del tema sobre el que dichas ideas versan.

La resistencia de las concepciones puede entenderse si se tiene en cuenta que los demás, e incluso, en ocasiones, los profesores y los libros de texto, suscriben las concepciones alternativas de los sujetos.

Algunos trabajos han proporcionado otros argumentos para explicar la tenacidad de las concepciones alternativas, uno de los cuales se refiere a la convivencia simultánea en los estudiantes de concepciones alternativas y concepciones científicas (Glynn y Duit, 1995; Pines y West, 1986). Tal convivencia simultánea pudiera tener origen en que, en los contextos educativos, es frecuente encontrar una barrera impermeable que delimita el mundo académico y el mundo cotidiano de los alumnos.

Es habitual que las explicaciones empleadas en el contexto cotidiano no se trasladen ni se hagan explícitas en clase, la información proporcionada en el contexto áulico se presenta, a veces, de tal modo que difícilmente pueda aplicarse en la resolución de los problemas de la vida cotidiana. Si las explicaciones de clase sólo sirven para la clase, es normal que al finalizar la instrucción se vuelva a las explicaciones que sirven para dar cuenta de los fenómenos cotidianos.

En tal sentido la persistencia de las concepciones alternativas después de la instrucción sería derivada, no tanto de la resistencia de las concepciones alternativas sino de una práctica docente inadecuada.

Pese a ser construcciones personales *“tienen cierto grado de universalidad”* y son compartidas por personas de diferente edad, sexo, país de origen, cultura y grado de instrucción recibido. Si se revisa la bibliografía del tema se puede notar que las distintas ideas sobre un mismo concepto se pueden agrupar en relativamente pocas categorías.

En muchos casos las concepciones alternativas *“son similares a las ideas con que los filósofos y científicos de tiempos pasados focalizaron los mismos temas”*.

Los estudios sobre el paralelismo entre las concepciones alternativas de los sujetos y las concepciones científicas que aparecen en la historia de la ciencia se basan en la semejanza de su contenido. Sin embargo, los mismos autores que defienden estas relaciones plantean serias dudas a la hora de establecer un paralelismo real y exacto entre las concepciones alternativas de los sujetos y las concepciones científicas desarrolladas a lo largo de la historia y entre los procesos implicados en la construcción del conocimiento en la historia y en el sujeto.

Strauss (1988) recopila los inconvenientes planteados para el establecimiento de un paralelismo entre las concepciones alternativas y las científicas:

- a- Los científicos son los sujetos con mayor nivel de pericia y mayor capacidad en su campo de conocimiento; cosa que no sucede, obviamente con los sujetos no expertos.
- b- Los científicos son conscientes del conocimiento que poseen y de la empresa que están desarrollando: saben qué están investigando, qué métodos emplean, cuáles son las hipótesis que están contrastando, etc. Con los novatos no ocurre lo mismo.
- c- Los científicos trabajan dentro de una tradición intelectual rigurosa; no así los legos.
- d- Los científicos constituyen una comunidad que comparte una serie de problemas y estrategias de búsqueda de soluciones. Los sujetos no

expertos suelen enfrentarse solos a los problemas y a la búsqueda de soluciones.

- e- El contexto físico del que proceden muchas de las explicaciones científicas de otras épocas -la Grecia Clásica, la Edad Media, etc.- es muy diferente del contexto actual. Por ejemplo, la presencia de automóviles, aviones, termómetros, etc. contribuye a que las experiencias con el mundo sean diferentes y, por tanto, las explicaciones sobre el movimiento, el calor y la temperatura no sean iguales.
- f- Las diferencias entre los marcos teóricos antiguos y modernos hacen que las concepciones científicas y alternativas sean diferentes. Por ejemplo, la gravedad era considerada como una característica de los objetos mismos en las concepciones científicas pre-newtonianas; sin embargo, los adultos no expertos la consideran como una fuerza externa que conduce a los cuerpos hacia abajo.

Por último señalaremos que “*son de carácter implícito*”, contrariamente a las ideas científicas que son explícitas.

Es conveniente puntualizar que no todas las concepciones alternativas son implícitas en igual medida, en algunos casos está más claramente formulado el conocimiento declarativo de las concepciones y, por tanto, los sujetos resultan más conscientes de las mismas

De todos modos la característica mencionada constituye un condicionante importante a la hora de investigar las concepciones alternativas, dado que, en muchos casos los sujetos no son conscientes que sustentan tales o cuales ideas. Por tanto, es imposible pretender que las verbalicen de modo espontáneo o ante preguntas directas.

Se debe proceder de modo indirecto, solicitando al sujeto que realice predicciones o que explique la causa de determinados hechos. Y estas explicaciones o predicciones se categorizarán para determinar qué ideas son las que aparecen.

Este vínculo de las ideas de los alumnos con la acción práctica cotidiana está muy conectado con los procesos psicológicos que están en el origen de estas concepciones alternativas y que determinan en parte sus características. Distintos autores (Driver, Guesne y Tiberghien, 1985; Gilbert, Osborne y Fensham, 1982; Pozo, 1987) destacan el origen perceptivo de estas creencias, que les hace estar centradas en lo aparente, en lo observable y en lo que cambia, más que en otras variables o factores no observables que sólo son accesibles por elaboración conceptual. Este carácter fenomenológico sitúa a las concepciones más cerca del pensamiento concreto, e incluso del pre operacional, que de las operaciones formales.

Es importante señalar que el estudio de las concepciones alternativas, ha sido muy relevante para los trabajos sobre cambio conceptual, de hecho tales investigaciones son una derivación de los trabajos sobre el conocimiento previo.

Desde los modelos de cambio conceptual el desarrollo intelectual se concibe como un progreso en la estructura de conocimiento debido al aprendizaje en dominios específicos, más que como el resultado de un progreso en las capacidades lógicas del niño, aplicables a todos los dominios. “Tales modelos son una alternativa a la propuesta de desarrollo cognitivo descripta por Piaget”(Hatano, 1994).

El modelo inicial tiene su origen a partir de estudios sobre las concepciones alternativas desarrollados en la década del setenta. El mismo toma como referencia trabajos de Kuhn, Lakatos y Toulmin sobre los cambios teóricos producidos en la

ciencia y considera que el proceso de cambio conceptual se desarrolla de forma semejante.

Así los sujetos atravesarían dos fases: una primera fase o fase de asimilación en la que las concepciones existentes son válidas para entender los nuevos fenómenos, es decir, permiten interpretar e incorporar nueva información a la estructura de conocimiento del sujeto. Y una segunda fase, o fase de acomodación, caracterizada por la falta de adecuación de las concepciones del sujeto para entender nuevos fenómenos de modo satisfactorio. Por ello, las concepciones se reemplazan y se reorganizan los conceptos centrales con el fin de dar cuenta adecuadamente de los nuevos fenómenos que antes no podían ser explicados.

Desde el modelo se concibe un tipo de conocimiento previo organizado, descrito como una estructura explicativa que permite a los sujetos dar cuenta con cierta coherencia de la realidad. Tal conocimiento previo se define como “teorías parecidas a paradigmas” y el mecanismo implicado en el cambio conceptual es “el conflicto”, el cual los desarticula.

Si bien, formulaciones posteriores aceptan que la organización delineada del conocimiento previo no es tal, y que el mismo forma parte de estructuras menos articuladas, susceptibles de ser afectadas por otros mecanismos de cambio conceptual diferentes del descrito, todos los modelos de cambio conceptual propuestos desde esta concepción buscan incidir fundamentalmente sobre el conocimiento declarativo de los sujetos.

Otros modelos, en cambio, resaltan la trascendencia de la aplicación del conocimiento a distintos contextos, señalando, así, la importancia del conocimiento procedimental. Desde estos se explica el cambio a través del contexto: se considera que toda cognición está situada en un contexto y éste la determinará. Así, la adquisición y el uso del conocimiento dependen del contexto y se explica en función de éste. Se concede mayor importancia al uso del conocimiento.

Las concepciones alternativas se estudian desde una perspectiva experiencial (desarrollada por Marton, 1993), desde la cual se considera que las mismas caracterizan las relaciones persona-mundo. Las concepciones suponen una manera de relacionarse con el entorno.

Desde esta perspectiva el cambio conceptual se produce cuando un sujeto cambia sus relaciones con el contexto de modo que se relaciona con él de otra forma, concediéndole otro significado o interpretándolo de otra manera. La perspectiva experiencial se centra en el contexto, en el uso del conocimiento y, por tanto, en los aspectos funcionales del cambio conceptual.

Lo importante es que los sujetos aprendan a reconocer el contexto y sepan cuál es la concepción más idónea a éste. El cambio conceptual vendría definido por la delimitación y extensión de las concepciones en distintos y a distintos contextos. O, lo que es lo mismo, por un proceso de discriminación y generalización que permita el establecimiento adecuado de las condiciones de aplicabilidad de las diferentes concepciones a los diversos contextos. Así pues, el cambio conceptual se alcanza cuando los sujetos aprenden a aplicar correctamente las concepciones a los correspondientes contextos.

Desde esta perspectiva se contempla la posibilidad de poseer distintas concepciones que sean conflictivas entre sí y que, en realidad, no resulten conflictivas para el sujeto que las posee. Esto es debido a que dichas concepciones están compartimentadas en función de la utilidad que presentan en los distintos contextos de aplicación.

Por esto no se insiste tanto en el cambio de las concepciones alternativas de los sujetos, normalmente útiles en los contextos cotidianos, sino en potenciar las capacidades de los sujetos para distinguir entre las distintas concepciones y la manera más correcta de aplicarlas a diversos contextos.

La importancia concedida al contexto hace que las concepciones alternativas no sean vistas como un conocimiento genérico incorrecto, sino como producto de los inconvenientes que tiene el sujeto para aplicar adecuadamente tales concepciones a los distintos contextos.

Resulta, fundamental como vemos, el conocimiento de las concepciones alternativas del sujeto a fin de intentar el cambio conceptual.

Las concepciones alternativas han sido estudiadas en una amplia variedad de dominios como, por ejemplo, en Historia y Ciencias Sociales (Berti, 1994, Carretero, 1995; Carretero y Limón, 1995; Tourney-Purta, 1994; Voss y otros, 1995), en Matemáticas (Clements y Battista, 1992; Saénz y León, 1998), en Biología (Caravita y otros, 1990; del Barrio, 1990; Driver y otros, 1994; López y Majón, 1996; Wood-Robinson, 1995), en Física (Brincones, 1995; Carretero, 1996; Kesidou y otros, 1995; Prosser, 1994) y en Química.

En la búsqueda bibliográfica, dentro de esta última ciencia, se han encontrado numerosos trabajos que revisan los siguientes conceptos: átomo y molécula, sustancia pura, elemento químico, compuesto, mezcla, mol, estados de agregación de la materia, cambios de estado, disoluciones, reacciones químicas, equilibrio químico, cambio físico frente a cambio químico, ácidos y bases e isómeros.

Las concepciones encontradas, por algunas de estas investigaciones, se detallan a continuación:

- Concepciones de los alumnos sobre la estructura de la materia: algunos estudios encuentran que 50% o más alumnos usan de modo espontáneo el modelo de partículas (Nussbaum, 1985; Driver, 1985; Dickinson, 1987) mientras que otros obtienen porcentajes bajos (20% o menos) de alumnos que emplean el modelo de partículas para explicar la naturaleza de la materia (Stavy, 1985, 1988; Llorens, 1988).
- Características que los alumnos atribuyen a las partículas: los estudios encuentran que les atribuyen características animistas (Nussbaum, 1985), propiedades macroscópicas (Brook et al, 1983), ausencia de la noción de vacío (Nussbaum, 1985; Stavy, 1988), no conservación del tamaño, forma y número de las partículas (Shepherd y Renner, 1982; Furió, 1983; Driver, 1985).
- Conceptos de átomo y molécula: las investigaciones encuentran asociaciones que no son pertinentes, asociación átomo-elemento, asociación molécula-compuesto (Caamaño, 1983); no distinguir átomos y moléculas, no utilizar los átomos y las moléculas para explicar las diferencias entre elemento, compuesto y mezcla (Hierrezuelo, 1988).
- Concepto de sustancia pura: los alumnos suelen identificar sustancia pura y elemento (Holding, 1985), atribuyen al adjetivo “pura” un significado cotidiano o familiar, relacionado con la idea de calidad o de lo saludable (Llorens, 1987).
- Concepto de elemento: los estudiantes identifican los términos elementos y sólido, no distinguen entre elemento y compuesto, utilizando ambos como si fueran equivalentes (Holding, 1985); su concepto de elemento se identifica con ciertos ejemplares prototípicos cuyas características se generalizan a todos los elementos, asocian átomo y elemento (Caamaño, 1983)

- Concepto de compuesto: asociación molécula-compuesto (Caamaño, 1983); no consideran que un compuesto tenga una composición fija, consideran equivalentes los conceptos mezcla y compuesto, mezcla homogénea y compuesto, no diferencian las representaciones de un elemento de las de un compuesto (Holding, 1985).
- Reacción química: en trabajos de investigación basados sobre reacciones de combustión, se encontró que los alumnos confunden la combustión con un cambio de estado de agregación de la sustancia que arde (Abraham, Williamson y Westbrook, 1994), los átomos de oxígeno no se combinan con las moléculas del combustible, las sustancias permanecen a lo largo de la reacción aunque pueden cambiar sus propiedades, el aire y el oxígeno son necesarios para la reacción pero no participan activamente de ella (Driver, 1985; Meheut, Saltiel y Tiberghien, 1985). Respecto al ajuste de ecuaciones químicas, los estudiantes no distinguen entre los subíndices de las fórmulas y los coeficientes de las moléculas que participan en la reacción; ambos proporcionan la misma información, la función de los coeficientes sólo es multiplicar para igualar la ecuación (Schmidt, 1984; Yaroch, 1985). En referencia a cálculos estequiométricos se ha observado que utilizan estequiometría 1:1 independientemente de la reacción que tiene lugar (Frazer y Servant, 1987); no diferencian entre relación molar y de masas (Schmidt, 1984), no diferencian entre relación molar y relación de volúmenes y en ocasiones son incapaces de relacionar las proporciones de moles con las fórmulas químicas (Anamuah-Mensah, 1986)

Los trabajos arriba mencionados han estudiado las concepciones alternativas relacionadas con lo que algunos autores mencionan como los tres grandes núcleos conceptuales de la química:

- a- discontinuidad de la materia
- b- conservación de las propiedades no observables
- c- proporción en las reacciones químicas.

Pero el tema enlace químico no ha sido abordado en ninguno de ellos. De Posada (1999) en un estudio específico sobre las concepciones alternativas respecto al enlace químico en alumnos 15-18 años reseña las pocas investigaciones halladas:

- Peterson al analizar en estudiantes de 16-17 años conocimientos sobre el enlace covalente y su estructura encuentra que: 23% de los alumnos no considera la influencia de la electronegatividad y la desigual compartición del par de electrones en el enlace polar; 27% ven en la polaridad un factor que influye en la geometría de las moléculas; 23% de estudiantes confunden fuerzas intermoleculares con fuerzas dentro de las moléculas; 33% considera que no existen fuerzas intermoleculares en una red covalente.
- Dumon y Merlin evalúan conocimientos sobre orbitales moleculares en estudiantes universitarios y encuentran que: la definición de orbital molecular no es bien entendida; el método CLOA (combinación lineal de orbitales atómicos) parece bien recordado por los alumnos; son comprendidas las relaciones entre función de onda y función matemática y, por otro lado, nivel de energía y estado del electrón.
- Caamaño y Casassas al examinar a estudiantes de 16 años encuentran que: 50% no reconocían como elementos sustancias simples formadas por moléculas; 40% identificó como moleculares estructuras gigantes; un elevado porcentaje asoció la valencia de un elemento con el subíndice del elemento con que se combina; la

mayoría de los alumnos no sabía calcular el número de enlaces que se rompen y se forman en una reacción química.

Con respecto al artículo del propio De Posada, las concepciones alternativas observadas son:

- Hay un aumento progresivo en los alumnos de 15 a 18 años, del esquema que utiliza un sistema de partículas discretas para los gases.
- Los alumnos aceptan la idea de que algunas sustancias gaseosas son moleculares, aunque la naturaleza de la unión no es bien comprendida (quienes no comenzaron la enseñanza formal de química creen que fuerzas atractivas electrostáticas, o de otra naturaleza no descripta son responsables; los estudiantes mayores consideran la unión debida al enlace covalente).
- La naturaleza del enlace covalente no es bien comprendida por la mayoría de los alumnos.
- La idea de que existen fuerzas intermoleculares ha sido menos interiorizada por los alumnos que el enlace covalente, y por ello son menos utilizadas en sus explicaciones.
- La idea de ion no es fácilmente asumida por los alumnos.

En lo tocante a dichos estudios cabe acotar que la banda etaria de los alumnos investigados, que comprende a un grupo de entre 15 y 18 años, es diferente de la explorada en el presente trabajo. De igual modo es distinto el grado de instrucción de los estudiantes, pues los mismos no pertenecen al nivel universitario.

El único trabajo que investiga el tema enlaces químicos en alumnos universitarios lo hace desde la perspectiva del modelo de los orbitales moleculares. Dicha perspectiva no se utiliza en la presente investigación, pues no parece la más conveniente a fin de favorecer la articulación EGB 3-Polimodal-Universidad, dado que en los dos primeros niveles no se instruye sobre tal modelo teórico.

Algunos de los estudios arriba mencionados no abordan en forma exclusiva el tema enlace químico y tratan otras cuestiones como son: estructura de la materia, el significado que atribuyen los alumnos a los subíndices de los elementos en las fórmulas químicas y el concepto de elemento químico. El no centrarse en una única cuestión puede, a veces, complotar contra el nivel de análisis que se logre.

Las actividades propuestas por De Posada se refieren todas a sustancias concretas y conocidas por los estudiantes, lo cual en ocasiones favorece la aparición de respuestas “aprendidas de memoria” y nos deja sin la posibilidad de analizar si han extendido sus conocimientos a todas aquellas sustancias que comparten una estructura química similar.

Por último ninguno de los trabajos referidos a las concepciones alternativas respecto de los enlaces químicos analiza la coherencia de las ideas que sostienen los estudiantes ni explora el impacto que la enseñanza a nivel universitario de tal tema pudiera tener.

No obstante todos los estudios han supuesto un gran avance en nuestro conocimiento sobre las ideas de los alumnos, además de ser una ayuda específica importante a la hora de abordar los conceptos ya investigados.

La teoría de enlaces y la estructura de las sustancias, junto con los aspectos termodinámicos y cinéticos resultan los principios teóricos en que descansa la química. Se tratan en prácticamente la totalidad de los libros de química con mayor o menor detalle tanto a nivel universitario como preuniversitario. Numerosos investigadores consideran el concepto de enlace químico como crucial (Benfey, 1965; Allinger, et al., 1979; Paoloni, 1979; Langmuir 1921, recogido en Jensen, 1984; Solbes y Vilches,

1991; etc.) y resulta un tema insoslayable a la hora de desarrollar con éxito otras partes de la química o incluso de la biología.

Dado que en el nivel universitario es donde el tema “enlaces químicos” se maneja con mayor profundidad y desde el mismo se generan los recursos humanos que posteriormente se ocupan de la enseñanza a otros niveles; es que se considera importante investigar qué concepciones sobre los enlaces químicos tienen los alumnos que comienzan este ciclo y cómo evolucionan las mismas dentro de los grupos que han recibido instrucción sobre el tema.

El presente trabajo tratará el tema de las concepciones alternativas de los alumnos universitarios e ingresantes a la universidad sobre los enlaces químicos desde el modelo teórico que propone la existencia de tres tipos de enlaces: iónico, covalente y metálico.

Tal elección se hizo como consecuencia de considerar los siguientes hechos:

- Los resultados obtenidos con relación al aprendizaje del tema enlace químico no son satisfactorios.
- Es importante conocer las concepciones alternativas de los estudiantes a fin de elegir el modelo de cambio conceptual que se aplicará en la enseñanza.
- En la actual escuela media (futura E.G.B. 3 y ciclo Polimodal), paso previo de los estudiantes que arriban a la universidad, el modelo teórico de enlace químico arriba mencionado es el único que se enfoca.
- El modelo teórico de enlace químico al que se hace referencia es el primero que se presenta a los alumnos universitarios.

Por ello parece pertinente indagar las concepciones alternativas de los estudiantes en el marco del modelo teórico de los enlaces químicos propio de la articulación EGB3-Polimodal-Universidad.

Como principal instrumento de recolección de datos se empleó un cuestionario de lápiz y papel en dos grupos distintos de estudiantes, uno que realizaba el curso preparatorio de ingreso a la universidad y otro que cursaba Química Inorgánica en dicha institución. Como instrumento accesorio para recabar información, a los efectos de elaborar posteriormente el cuestionario de recolección de datos utilizado, se emplearon entrevistas personales con alumnos que asistían a distintos cursos en la universidad.

Por último es pertinente aclarar nuestra postura epistemológica. Si bien se consideran acertadas muchas de las posiciones que se sostienen desde las teorías externalistas sobre la conducta de la comunidad científica y la evolución de las ideas por ella sustentadas (Lakatos, Kuhn y especialmente Toulmin), no se cree adecuado el punto de vista del anarquismo metodológico propuesto por Feyerabem. Al respecto parece más correcto el juicio de Klimovsky (1998) quien considera que la ciencia sigue utilizando un método hipotético-deductivo-empírico, y que si bien nada nos garantiza lógicamente que lleguemos a “la verdad”, la evolución histórica del conocimiento nos demuestra un avance hacia una mejor comprensión sobre el universo que nos rodea.

Objetivos de la Investigación

Los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

- Poner de manifiesto las concepciones características de los alumnos respecto a procesos donde se agrupan átomos de un mismo o de distintos elementos.
- Determinar las concepciones referidas a que la posibilidad de una unión química entre átomos sea percibida como un proceso espontáneo.
- Establecer qué concepciones sustentan respecto a la estructura de sustancias unidas por enlace iónico y covalente.
- Investigar las concepciones acerca de la causalidad del enlace iónico.
- Analizar la coherencia, en relación con el modelo teórico aceptado, de las ideas sostenidas por los alumnos.
- Examinar el posible impacto de la enseñanza a nivel universitario sobre las concepciones alternativas de los estudiantes.

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Diseño Experimental

Diseño Experimental

Posibilidades de Desarrollo de la Investigación

Como primer paso para estudiar las concepciones alternativas de los estudiantes respecto a los enlaces químicos y su evolución con la instrucción en el nivel universitario fue necesario decidir entre las dos posibilidades de desarrollo de estudios de este tipo. Tales estudios pueden ser longitudinales o bien transversales.

En el primer caso se hacen estudios sobre una misma población a través de un período de tiempo en dos o más etapas sucesivas. En el segundo caso se investigan poblaciones de estudiantes con distinto grado de escolarización en forma simultánea.

Si bien el último tipo de investigación no aporta resultados tan concluyentes sobre la evolución de las concepciones alternativas como los estudios longitudinales, ofrecen alguna indicación del impacto o no de la enseñanza. Otro inconveniente de los estudios transversales es el riesgo que presupone trabajar con poblaciones que no sean equivalentes.

Entre sus ventajas se puede citar la economía de tiempo, ya que se lleva a cabo en forma simultánea con ambas poblaciones. Además dado que no hay una intervención del investigador sobre las mismas, más que a los efectos de recabar los datos pertinentes, se evita su posible influencia en los resultados (peligro siempre latente cuando se programa una intervención sobre el grupo, como necesariamente ocurre en un estudio longitudinal).

Pese a los problemas antes citados se eligió la última opción, el estudio transversal, dado que se contaba con un lapso de tiempo limitado para trabajar con alumnos de nivel universitario. El mismo resultaba insuficiente, a nuestro juicio, para desarrollar un estudio longitudinal.

En cuanto a la metodología para averiguar lo que piensan los estudiantes, Osborne y Freyberg (1985) recomiendan como una de las mejores formas la entrevista individual, dado que la misma permite ahondar en las ideas expuestas por los alumnos en sus respuestas y hacer que ellos mismos aclaren puntos que podrían resultar oscuros o de interpretación ambigua. Ello no es posible en un cuestionario de lápiz y papel, tenga éste respuestas abiertas o cerradas, pues toda interpretación que el alumno no haya dejado escrita corre por cuenta y riesgo del investigador.

El inconveniente de las entrevistas es que para lograr una muestra representativa de las ideas de una población se deberían aplicar a un número suficientemente grande de sujetos. Tal cosa demanda necesariamente mucho tiempo, no sólo para efectuarlas sino también para transcribirlas y analizarlas luego.

Al no contar con nadie experimentado en la técnica de las entrevistas individuales se consideró que los errores generados por este hecho serían mayores que los beneficios eventuales.

Por otra parte, y en esta investigación en particular, una de las poblaciones (aquellos alumnos que se postulaban para ingresar a la Universidad Nacional del Litoral -U.N.L.-) sólo se podría evaluar durante el lapso que dura el curso común preparatorio a tal institución, el que es de tres meses con una clase presencial semanal, tiempo escaso para que una sola persona lleve a cabo tal tarea utilizando como medio entrevistas individuales.

Las dos razones expuestas en los puntos precedentes nos llevaron a tomar la decisión de investigar el tema utilizando un instrumento escrito.

No obstante, se utilizaron entrevistas individuales como paso previo a la elaboración de las actividades que conformarían el instrumento de evaluación de las concepciones alternativas de los alumnos, dado que al inicio de la investigación no se contaba con trabajos que arrojasen luz sobre cuáles podrían ser tales concepciones. Con posterioridad a que se concluyera de elaborar el referido instrumento se encontraron trabajos directamente ligados al tema de la investigación a los que se hace mención en la introducción

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Entrevistas Individuales

A fin de lograr construir el instrumento de detección y evaluación de las concepciones alternativas se realizó una revisión bibliográfica para encontrar en trabajos anteriores posibles pistas sobre las ideas de los alumnos referidas a los enlaces químicos. Tal búsqueda resultó estéril, ya que de los escritos leídos al momento de iniciar la investigación, no se extrajo nada que indicase en forma concreta alguna idea previa respecto del tema.

Ante este hecho se juzgó conveniente sostener una serie de entrevistas con alumnos de la Universidad, para tratar de averiguar qué pensaban con relación al mismo.

Como paso previo a dichas entrevistas y con el propósito de mejorar el cuestionario base de las mismas, se seleccionó un grupo de alumnos de una escuela de enseñanza media y se les presentó una serie de cuestiones de opción totalmente abierta.

De las respuestas a los 26 cuestionarios aplicados a un grupo de alumnas cuyas edades eran de entre 17 y 18 años, pertenecientes todas ellas al 5^{to} año de la Escuela de Enseñanza Media Particular Incorporada N° 8030 se obtuvo una serie de dibujos que representaban una molécula de agua.

Estos se utilizaron posteriormente para ver qué interpretación hacían de ellos alumnos universitarios. El resto de las respuestas aportó poco al trabajo ya que contestaban con monosílabos.

El cuestionario presentado a las alumnas se incluye al final del trabajo como ***Apéndice I – Cuestionario de Opción Abierta.***

La tarea de las entrevistas individuales comienza a principios del ciclo lectivo de 1998, en el mes de marzo, y concluye en el mes de junio.

El formato de las mismas fue flexible, de modo que si bien a todos se les propuso una serie idéntica de cuestiones básicas, se hicieron preguntas adicionales siguiendo las ideas expuestas por el entrevistado de turno a fin de aclarar en lo posible los puntos de vista que sustentaba.

El cuestionario base de opción abierta que se utilizó en las entrevistas personales con los alumnos de la Universidad enfocaba las siguientes cuestiones:

- Predicción de las causas del estado final de un sistema formado por átomos de identidad desconocida.
- Predicción de las causas de la unión de dos átomos iguales.

- Predicción de las causas de la unión de dos átomos distintos.
- Interpretación de dibujos libres hechos con esferas.
- Predicción de las relaciones que existen entre moléculas de una misma sustancia.
- Representación de sustancias a partir de esferas que simbolizaban átomos.
- Asociación libre de ideas.

Tal cuestionario y la transcripción de las entrevistas realizadas se incluyen al final del trabajo como *Apéndice II* bajo los títulos de *Cuestionario Entrevistas Semiestructuradas* y *Entrevistas Personales* respectivamente.

A continuación se dan algunas precisiones sobre cómo se desarrollaron las entrevistas individuales.

Todos los encuentros se llevaron a cabo en dependencias de la cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la U.N.L. En horarios coincidentes con los trabajos prácticos de los distintos grupos que cursaban esta materia, Química General o bien desarrollaban el Curso de Articulación a Distancia en Química (C.A.R.D.I).

La oficina donde se realizaban se podía aislar manteniendo las puertas cerradas. Ello permitió darle al alumno mayor seguridad sobre la privacidad en que serían mantenidas sus opiniones.

En todos los casos el investigador se presentó primeramente al grupo, introducido por el profesor a cargo del equipo correspondiente en ese momento.

Se aclaró que no se daba clases en la Facultad y que se hacía allí un trabajo de investigación referente a didáctica.

También se puso especial cuidado en dejar sentado que, ni las entrevistas eran una evaluación de conocimientos del tema involucrado en las mismas (para el caso química), ni el personal de la cátedra donde se hacía la investigación tendría acceso al material que se recogiese. Con ello se buscó crear un ambiente de confianza con los alumnos a fin de que se sintiesen cómodos y se animasen a expresar sus ideas con libertad.

Las conversaciones fueron grabadas. Se colocó el grabador siempre a la vista de los entrevistados y se les dijo que como era imposible para el investigador, tomar notas tan rápidamente como para seguir la conversación ésta se grabaría. En ningún caso pusieron reparos a ello.

Los mismos conceptos que se habían dicho en la presentación preliminar al grupo eran repetidos individualmente a cada entrevistado, contestando siempre las varias preguntas que hacían sobre qué haría la cátedra con la investigación.

Como respuesta a tal inquietud se dijo en todos los casos que lo que pretendía la misma era mejorar el modo en que se dictaba clase, y que para ello utilizaría las conclusiones del trabajo.

En todo momento se trató de no actuar como un profesor de Química. Se les aseguraba que se tenía de la materia sólo nociones básicas y que para elaborar las preguntas se nos había ayudado.

Cuando se interactuaba con el docente a cargo del grupo se lo intentaba hacer de un modo lo más parecido posible al de un alumno (se solicitaba autorización para comenzar las entrevistas, se trataba de no tener con los docentes conversaciones que sugiriesen cierto grado de familiaridad, etc.), a fin de reforzar la idea que el entrevistador no era un profesor que venía a evaluar sus conocimientos.

Siempre se procuró que la expresión, la entonación que se utilizaba y la actitud en general hacia el entrevistado reflejaran interés por su opinión, cualquiera fuera esta, y que no pareciera que se estaba impaciente esperando una “respuesta correcta”.

También se intentó, con éxito dispar, no orientar al entrevistado hacia una respuesta o hacer suposiciones sobre lo que decía cuando ello resultaba poco claro.

En el siguiente párrafo se transcribe el diálogo mantenido con un alumno luego de que se le presenta la tarjeta de la pregunta 1, del cuestionario que figura en el Apéndice II, y se requiere que explique qué conclusiones le sugiere (los números a la izquierda corresponden a los asignados a ese diálogo en las transcripciones de las entrevistas que figuran en el Apéndice II):

298 Entrevistador: *En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento, ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación? (representación de la pregunta 1)*

299 Alumno: *Ahí, de un estado gaseoso hay un tipo de reacción, pasa del estado gaseoso a un estado líquido, puede ser. Disminuye la distancia entre átomo y átomo. No, no, ahí qué pasó.*

No sé. Hay como una atracción entre átomos. Y por ejemplo, si son átomos de carbono, y se unen pasan a ser, a tener mayor valencia, o sea.

300 Entrevistador: *¿Habría un enlace entre estos átomos?*

301 Alumno: *Sí.*

302 Entrevistador: *¿Y las fuerzas que hay en ese enlace? ¿Hay fuerzas en ese enlace?*

303 Alumno: *Sí.*

304 Entrevistador: *¿Las fuerzas son de atracción o de repulsión?*

305 Alumno: *De atracción.*

306 Entrevistador: *¿Y esas fuerzas son electrostáticas?*

307 Alumno: *Sí.*

Claramente es el entrevistador quien sugiere la existencia de un enlace. Y que en este enlace hay, según sus concepciones, fuerzas involucradas. Por último también es él quien presupone que dichas fuerzas son electrostáticas.

Nótese que el alumno se limita a responder con monosílabos asintiendo a las ideas propuestas por el entrevistador.

Si no queda claro a qué se refiere el alumno es preferible pedir una aclaración sobre algún punto en especial o solicitar, que en la medida de sus posibilidades, explique más sobre el tema.

Justamente ésta es una de las ventajas de la entrevista semiestructurada en este tipo de investigación, ya que permite dar una idea más acabada de lo que cree un alumno frente a la información que ofrece la elección de un ítem cerrado.

En el caso de la presente investigación el objetivo de las entrevistas fue mejorar la calidad del cuestionario escrito utilizado como instrumento de evaluación.

Siempre se estuvo atento a aquello que el alumno expresara, a fin de clarificarlo con preguntas complementarias, hasta asegurarse de haber comprendido correctamente. Este punto es crucial ya que muchas veces el comentario de un alumno puede inducirnos a pensar que sostiene tal o cual idea, pero al seguir indagando nos damos cuenta de que nuestra suposición es falsa.

En lo posible se intentó mantener en mente las respuestas del alumno a diferentes preguntas. Ello permitió, a veces, confrontarlos con sus propios dichos cuando se detectó incoherencia entre los mismos.

Claro que llegado el caso de volver sobre un punto anterior del diálogo es imprescindible tener la precaución de repetir textualmente lo expresado por el entrevistado, sin incurrir en interpretaciones personales.

En ocasiones los alumnos contestaban con monosílabos o decían no saber. Ante tal situación es posible animarlos asegurándoles que no se espera “una respuesta correcta” y que se está realmente interesado en lo que ellos opinan del tema.

A modo de ejemplo se incluye la conversación sostenida con una alumna referida a distintas moléculas de oxígeno.

64 *Entrevistador: Una vez formada la molécula de oxígeno. ¿Hay interacción entre distintas moléculas?*

65 *Alumna: No sé.*

66 *Entrevistador. ¿Qué crees vos?*

67 *Alumna: Sí, que sí hay interacción*

En otro caso, al hablar con un alumno sobre la unión entre dos átomos iguales

336 *Entrevistador: ¿Y cómo ocurre ese enlace para formar molécula? ¿Qué pasó entre los átomos?*

337 *Alumna: Hubo una atracción.*

338 *Entrevistador: ¿Y por qué se da tal atracción?*

339 *Alumna: No sé.*

340 *Entrevistador: Pero a vos qué te parece.*

341 *Alumna: No sé... no sé. O sea yo creo que es el comportamiento en las partículas de los átomos que hace que se produzca el enlace.*

Si la situación no se modifica, y se hacen silencios muy prolongados en ocasiones es preferible suspender la entrevista ya que no se inspiró al alumno la confianza necesaria para que exprese lo que cree.

Una de las mayores dificultades que se encontró en estas entrevistas es decidir qué preguntar luego de una respuesta inesperada, ya que se necesita pensar cómo sacar provecho de la situación. En tal caso es útil repetir, cuidando de hacerlo en forma literal, lo que dijo el entrevistado como si se estuviera reflexionando para tener así algún tiempo extra y planificar sobre la marcha cómo seguir.

El hacer las transcripciones inmediatamente después de las entrevistas y releerlas con atención ayuda a planificar diferentes cursos de acción ante las respuestas, detectar opiniones que hubiera sido menester aclarar y modificar actitudes o comentarios negativos de parte del entrevistador.

Por otra parte en caso de que la grabación resultara confusa se puede recordar con mayor facilidad qué se dijo.

Las entrevistas requieren de paciencia ya que no debemos apresurarnos ante un silencio de nuestro entrevistado. Es necesario dar tiempo para que el alumno reflexione. Es importante recordar que las concepciones de nuestros alumnos son usadas por ellos para dirigir sus acciones, y por eso mismo es difícil que las expresen.

Para esta tarea de investigación se tuvo en cuenta las recomendaciones que sobre la técnica de entrevistas, cómo planificarlas y llevarlas a cabo se pueden consultar en Osborne y Freyber (1985) y Novak y Gowin (1984)

En cuanto al grupo entrevistado este se conformó con alumnos que en ese momento estaban realizando el Curso de Articulación a Distancia en Química (Grupo alfa - α), otros que cursaban Química General (Grupo beta - β) y quienes cursaban Química Inorgánica (Grupo gamma - γ). Todos los alumnos pertenecían a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral.

La asistencia a la entrevista fue totalmente voluntaria y el tiempo que duraban las mismas fue en promedio de 30 min.

En el **Cuadro 1** se dan mayores precisiones sobre las características de los entrevistados.

Cuadro 1

Caracteres del grupo	Grupo α		Grupo β		Grupo γ		Totales					
Nº alumnos entrevistados	5	Mujeres	1	3	Mujeres	2	10	Mujeres	3	18	Mujeres	6
		Varones	4		Varones	1		Varones	7		Varones	12
Intervalo etario del grupo	17 – 18 años		18 años		19 – 20 años		17 – 20 años					

Un suceso interesante, aunque no hace específicamente a la investigación, es que voluntariamente concurrió la mitad de las mujeres que de hombres. Y, según comentario personal recogido de uno de los docentes a cargo del grupo, era notoria la retracción de éstas a prestarse a las entrevistas.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Elaboración del Cuestionario de Evaluación Cronológica

Desde que se concluye con las entrevistas a los alumnos en el mes de junio hasta que se logra un primer instrumento de evaluación transcurrieron tres meses, en los cuales se terminó de desgravar las entrevistas y se analizó el contenido de las transcripciones.

El **26 – 8 – 98** se elaboró un Primer Intento de Instrumento de Evaluación, el que se utilizó para investigar a 23 alumnos de un grupo de trabajos prácticos de la cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la U.N.L. (en adelante nos referiremos a ellos como Grupo A). El cuestionario constaba de 28 ítems y se incluye en el **Apéndice III** como **Primer Intento del Instrumento de Evaluación**.

El **28 – 8 – 98** en una reunión, una vez computados los resultados del Grupo A, se depuró la encuesta. Para ello se tuvo en cuenta los resultados obtenidos, los comentarios recogidos de los alumnos y un análisis personal de cada una de las preguntas. Se consideró conveniente reubicar, suprimir y unir distintos ítems. El instrumento así

corregido constaba de 15 preguntas. Se incluye en el *Apéndice III* como *Segundo Intento del Instrumento de Evaluación*.

El *11 - 9 - 98* el cuestionario corregido fue sometido a una nueva revisión y se efectuaron otras modificaciones a las preguntas, aunque en este caso no se suprimió ninguna de ellas. Se incluye el cuestionario obtenido como resultado en el *Apéndice III* como *Tercer Intento del Instrumento de Evaluación*.

El *16 - 9 - 98* se utilizó el Tercer Intento del Instrumento de Evaluación con 31 alumnos de un grupo de trabajos prácticos de la cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la U.N.L. (en adelante nos referiremos a ellos como Grupo B). Al finalizar el cuestionario se recogieron en forma oral los comentarios sobre las dificultades o puntos oscuros que ellos notaban en el mismo.

El *25 - 9 - 98* se revisó el cuestionario sobre la base de los comentarios e impresiones recogidos del Grupo B. Se corrigieron algunas preguntas y se agregó un ítem (que se había suprimido en la revisión del Primer Intento del Instrumento de Evaluación). El cuestionario corregido se incluye en el *Apéndice III* como *Cuarto Intento del Instrumento de Evaluación*.

En una lectura posterior del Cuarto Intento del Instrumento de Evaluación se acuerda hacer algunas modificaciones menores. Esta encuesta es la que se utiliza finalmente. Se incluye en el *Apéndice III* como *Quinto Intento del Instrumento de Evaluación*.

El *16 - 11 - 98* se evaluó con dicha encuesta a un grupo de alumnos de la cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la U.N.L. (en adelante nos referiremos a ellos como Grupo I).

El *24 - 11 - 98* se evaluó con dicha encuesta a un grupo de alumnos que realizaban el Curso Común Preparatorio de Ingreso a la U.N.L. (en adelante nos referiremos a ellos como Grupo II).

Posteriormente se opta por suprimir la pregunta que figura como número 11 en el *Quinto Intento del Instrumento de Evaluación* y no tabularla por resultar ambigua su respuesta. También se eliminan dos ítems de la pregunta 9 para ganar en claridad. En ellos se planteaba al alumno cuestiones sobre las partículas desde la óptica de la mecánica clásica cuando ese no es campo válido para la aplicación de dicha teoría. Este instrumento corregido es el que se incluye en el *Apéndice III* como *Cuestionario de Evaluación de las Concepciones Alternativas Referidas a los Enlaces Químicos* y consta de 15 preguntas. De aquí en más haremos referencia a tal instrumento simplemente como *Cuestionario de Evaluación*.

El tiempo que transcurrió desde que se comienza a elaborar el instrumento de recolección de datos a partir de las entrevistas individuales hasta que se da por finalizada tal tarea al obtener el Cuestionario de Evaluación fue de seis meses.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Génesis y Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación

Para elaborar las preguntas se leen repetidas veces las entrevistas efectuadas y se anotan los puntos donde las respuestas de los alumnos parecen diferir de los conceptos sostenidos por los expertos en el tema.

Sobre la base de dichos puntos se confecciona una lista de cuestiones que sería interesante que se investigase, las que se dan a continuación:

- a- Concepción que tienen de la configuración espacial final que adquiere un grupo de átomos que se une por enlace químico.
- b- Causalidad de un enlace químico
- c- Tipo de unión que conciben ocurre entre átomos iguales.
- d- Tipo de unión que conciben ocurre entre átomos distintos.
- e- Secuencia de pasos que consideran ocurren cuando se forma un compuesto iónico a partir sus elementos constitutivos.
- f- Analizar si consideran que en un compuesto reconocido como iónico la atracción entre el anión y el catión es mutua.
- g- Analizar si conciben la existencia de moléculas de sustancias iónicas.
- h- Analizar si conciben como un proceso químico la formación de moléculas donde se unen átomos iguales.
- i- Analizar si conciben como espontáneos procesos de unión entre átomos iguales.
- j- Analizar si conciben como espontáneos procesos de unión entre átomos distintos.
- k- Analizar si creen que el enlace iónico es más fuerte que el covalente.
- l- Analizar si asignan alguna función al núcleo de los átomos en la formación de un enlace químico.

Parece importante aclarar que no se considera que las cuestiones arriba mencionadas agoten las que se desprenden de las entrevistas y seguramente otra mirada sobre las mismas encuentre nuevos hechos que merezcan atención. Por tanto, se cree que queda en esas entrevistas individuales un material rico para otras investigaciones.

Por otra parte tampoco todos los puntos arriba señalados fueron finalmente investigados. Ello se debió a que no siempre se logró elaborar una pregunta lo suficientemente adecuada, a nuestro juicio, para ello.

Una vez que se evaluó qué ideas abordar en la investigación se dio inicio a la elaboración de las preguntas que incluiría el cuestionario.

Para ello se tuvieron en cuenta especialmente: a) los niveles de interpretación y análisis empleados en la ciencia Química, b) las características ya mencionadas de las concepciones alternativas.

- a) Niveles de interpretación y análisis: macroscópico, microscópico y simbólico. De aquí surgen los significados que se le darán en este trabajo a los términos “contexto o plano abstracto” y, por ende, “contexto o plano concreto”; se entiende por plano concreto toda aquella situación en la que los conceptos focalizados se apliquen a átomos o sustancias claramente identificados y por plano abstracto a toda aquella situación donde se solicite la aplicación de distintos conceptos a átomos o sustancias cuya identidad no se propone.

- b) Características de las concepciones alternativas:

- ***“Son construcciones personales”***

Por tanto, y siempre que se pudo se utilizaron, en las preguntas, ideas, frases, expresiones o representaciones que los alumnos ya habían puesto de manifiesto en las entrevistas y consideraban correctas.

- ***“Tienen carácter implícito”***

Por ello las más de las veces sólo surgen a la luz frente a actividades o predicciones que los alumnos deban realizar.

Tomando en cuenta lo arriba expresado en los ítems del instrumento definitivo se procuró valerse de las propias palabras de los alumnos como distintas categorías de respuesta. Cuando ello no fue posible se recurrió a sus proyecciones a futuro sobre el estado final de un sistema o las condiciones que consideraban necesarias para que se llevase a cabo un proceso.

Se intentó que los ítems del Instrumento Definitivo tuviesen un lenguaje lo más simple posible. La utilización de términos muy alejados a la realidad inmediata del alumno conlleva el riesgo de que éste no interprete qué es aquello que se le pregunta.

Además, el uso de un lenguaje demasiado académico puede conspirar en contra de que quien responde exprese sus propias ideas.

Preferentemente se intentó elaborar enunciados cortos de las actividades, de modo que su lectura no llevase demasiado tiempo y facilitase que el alumno retuviera las cuestiones fundamentales de las mismas.

Fueron particularmente útiles al respecto las recomendaciones de Osborne y Freyberg (1985)

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación

En los párrafos que siguen se hace un análisis de las preguntas del Cuestionario de Evaluación. Se trata de poner en claro con ello los siguientes puntos:

- 1- Motivos que conducen a elaborar el ítem tal y como se presenta.
- 2- Cambios introducidos sobre cada ítem en las sucesivas revisiones.
- 3- Interrelación con otros ítems de la misma encuesta (si la hubiera).

Para ello se aborda cada una de las preguntas en forma separada.

Se deja aclarado que en lo sucesivo al referirnos al Primer Intento del Instrumento de Evaluación (P.I.), Segundo Intento del Instrumento de Evaluación (S.I.), Tercer Intento del Instrumento de Evaluación (T.I.) y Cuarto Intento del Instrumento de Evaluación (C.I.) que figuran en el *Apéndice III* simplemente colocaremos las siglas que figuran entre paréntesis.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación

Pregunta 1

*La figura 1 es un sistema donde X representa átomos de un mismo elemento. Suponiendo que ocurra una **transformación espontánea**. ¿Cuál o cuales de las siguientes figuras “a o b” crees tú que sería la representación final del mismo?*

(para consultar los esquemas que se mencionan ver el Cuestionario de Evaluación que figura en el Apéndice III)

El objetivo de la pregunta es determinar qué idea tienen los alumnos sobre el estado final que alcanza un sistema formado por átomos de un mismo tipo (lo que en química entendemos por átomos de un mismo elemento) luego que ocurre una transformación espontánea del mismo.

La presente cuestión se bosqueja en un plano abstracto ya que no se indica la identidad de tales átomos.

La elección de un planteo de este tipo no es producto de la casualidad. La ciencia en general y la química en particular trabajan en un plano ideal donde describen fenómenos relativos al microcosmos y al macrocosmos (de hecho el átomo no poseería las exactas cualidades que lo constituyen si no fuese una mera construcción mental de los científicos para interpretar la realidad). Y es a este plano donde debería acceder el alumno, al menos en el nivel universitario, y donde parece pertinente estudiar qué concepciones tiene.

Es por ello que se pretende analizar, con esta pregunta, si el alumno ha hecho abstracción de distintos hechos que los libros de química, y los docentes en general, explican sobre sustancias concretas. En definitiva se analizará si concibe todas las posibilidades frente a la situación planteada como lo haría un experto, o sólo alguna de ellas. En este último caso se tratará de dilucidar cuáles son.

Por *transformación espontánea*, y dada la estructura de la pregunta, se puede interpretar tanto un cambio físico como químico. Termodinámicamente ambos serían posibles y no se da ninguna indicación para que uno de ellos sea desechado frente al otro. En el tratamiento que se hace de la pregunta 2 se dan mayores precisiones sobre el particular.

Esto último se hizo en forma deliberada ya que se podría haber brindado alguna pista que hiciese uno de los tipos de transformación inviable (a los ojos de cualquier experto).

El motivo de realizar una pregunta como esta estructura surge directamente de las respuestas obtenidas en las entrevistas personales mantenidas con los alumnos.

Cuando en una de ellas se hizo la pregunta 1, correspondiente al *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que se puede consultar en el **Apéndice II**, al requerir las conclusiones que tal esquema sugería a una alumna, se suscitó el siguiente diálogo:

346 Entrevistador: *En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento.*

¿Qué conclusión te sugiere la siguiente representación?

347 Alumna: *¿Por qué se produce un enlace?*

348 Entrevistador: *¿Qué pasa para que se produzca un enlace?*

349 Alumna: *No, no sé si se produce un enlace. Si son dos átomos de la misma sustancia me parece raro que pase esto.*

350 Entrevistador: *¿No podría pasar esto?*

351 Alumna: *No sé si no podría pasar, pero a mi criterio es raro.*

352 Entrevistador: *¿Por qué es raro?*

353 Alumna: *Porque si tienen las mismas características o se unen todos o no se une ninguno.*

Fue el único caso, dentro del grupo de entrevistados, donde claramente surge que la idea de la alumna no coincidía con la figura que se le enseñaba. Pero en general se notaba en las entrevistas que la pregunta incomodaba a los alumnos, como si hubiese algo en ella que no coincidiese con sus interpretaciones. Y, en el tono de sus respuestas,

se apreciaba que no contestaban con la seguridad que luego ponían de manifiesto ante otras preguntas, las que eran aparentemente menos conflictivas.

Tales razonamientos llevan, a fin de considerar las ideas de los alumnos como distintas opciones de respuesta, a proponer en la pregunta en cuestión dos estados finales para el sistema. Uno donde los átomos aparecen unidos por un enlace químico formando pares y otro donde se encuentran todos juntos, simplemente agrupados y sin ningún ordenamiento en particular.

Ante la misma pregunta, frente a otro alumno se desarrolló la siguiente situación:

1663Entrevistador: En el siguiente esquema X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1664Alumna: Se solidificó.

1665Entrevistador: ¿Era un líquido, o un gas y se solidificó?

1666Alumna: Sí.

1667Entrevistador: ¿Un proceso físico?

1668Alumna: Un proceso físico, puede ser, que hizo que los átomos se ordenaran.

En un principio se pensaba dejar sentado en el encabezado de la pregunta que la transformación espontánea se producía por una reacción química. Pero éste y otros casos donde se sugería como causa de la transformación un cambio de estado llevan a considerar que la pregunta del cuestionario definitivo debía ser totalmente abierta respecto a ese punto. Luego se solicitaría que el mismo alumno precisara qué consideraba como causa de la transformación.

De hecho la pregunta 2 del Cuestionario Definitivo indaga sobre la idea que sustenta el alumno a este respecto.

Por otra parte termodinámicamente ambos tipos de transformación son viables en forma espontánea en las condiciones planteadas.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. el enunciado del ítem era el siguiente:

“Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde X representa a átomos de un mismo elemento, suponiendo que el mismo sufra una transformación espontánea ¿Cuál crees tú que sea el estado final del mismo?”

(para consultar los esquemas que se mencionan ver el P.I. que figura en el *Apéndice III*)

Luego de utilizar el cuestionario con el Grupo A se decide suprimir el cuadro c ya que ninguno de los alumnos lo había utilizado y podía llegar a complicar el análisis final pues no se requería explicación sobre el mismo.

Se modifica el enunciado de la pregunta pues éste parece inducir a que se elija un solo estado final. De hecho ninguno de los encuestados elige dos opciones, según mostraban los resultados obtenidos del Grupo A (los que no se incluyen dentro de la presente tesis).

También se suprime la mención de “estado” pues pareciera hablar de distintos estados de agregación de la materia y condicionar la respuesta del alumno; se la reemplaza por “la representación final”.

El enunciado de la pregunta queda del siguiente modo:

“Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde X representa a átomos de un mismo elemento, suponiendo que tal sistema sufra una transformación espontánea ¿Cuál o cuáles de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?”

(para consultar los esquemas que se mencionan ver el S.I. que figura en el *Apéndice III*)

En la lectura del S.I. se acuerda cambiar la palabra “sufrir” por otra expresión que nos pareció más correcta, como es “ocurrir” dadas las probables interpretaciones animistas que la primera pudiera inducir.

Al reconsiderar las preguntas de algunos de los alumnos del Grupo A sobre cuál era el estado inicial del sistema y cuál el estado final optamos por identificar más claramente en el enunciado a los mismos.

También como en la figura 1 (estado inicial) los átomos X parecen estar demasiado cercanos se decide suprimir cuatro de los 10 átomos representados que había en la pregunta original y dejar seis átomos. Se modifican en consecuencia los estados finales dibujados

Para identificar claramente cual es la respuesta se agrega un apartado con línea de puntos a fin que el alumno la coloque allí.

Si bien esta última pudiera parecer una trivialidad, a la hora de tabular las encuestas evita confusiones. A los alumnos los deja libres de dedicarse exclusivamente a responder las preguntas del cuestionario pues sino invariablemente consultan sobre cómo marcar la respuesta que creen correcta. Esto es índice de que se distraen de las cuestiones fundamentales para la investigación debido a estos detalles menores.

El enunciado de la pregunta queda del siguiente modo:

“La figura 1 es un sistema donde X representa átomos de un mismo del elemento. Suponiendo que ocurra una transformación espontánea. ¿Cuál o cuáles de las siguientes figuras “a o b” crees tú que sería la representación final del mismo?”

En el T.I. utilizado con el Grupo B la pregunta resultó aparentemente más clara pues no hubo consultas.

Nos encontramos al tabular las encuestas con alumnos que eligieron más de una opción, cosa que, como se indicó, no había ocurrido con el Grupo A.

Esto nos hace pensar que los cambios realizados fueron positivos.

En una lectura al C.I. se decide ampliar los cuadros donde figuran las representaciones para favorecer la idea que en la figura 1 los átomos de X están separados y en las figuras “a” y “b” se acercaron.

El ítem 1 queda tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*

Análisis de las Respuestas Posibles

La respuesta correcta a la pregunta sería una opción por ambos estados finales, “a” y “b”.

Una opción por alguno de los dos estados finales en forma individual sería una respuesta parcialmente correcta.

En cuanto al razonamiento que suponemos realiza el alumno si elige la opción a, donde en el estado final los átomos aparecen agrupados formando pares, de utilizar una deducción correcta podría pensar en la representación de una sustancia simple que forma moléculas biatómicas (como las de N_2 , O_2 , etc.)

Si elige la opción “b”, donde los átomos en el estado final aparecen agrupados formando un conjunto único, razonando correctamente podría pensar en la representación de un cristal covalente como el diamante o el grafito, aunque la estructura dibujada en modo alguno coincida con las representaciones que aparecen en los libros de tales sustancias.

También podría considerar que se trata de moléculas poliatómicas de sustancias simples como el S_8 o el P_4 . Ello pese a que el número de átomos representados no coincide con ninguno de los ejemplos citados.

Otra suposición correcta frente a la opción “b” sería que ocurrió un proceso físico donde hubo un cambio de estado de agregación y un pasaje de un estado menos condensado a un estado más condensado. Ejemplos de cambios de este tipo serían el pasaje del estado líquido al sólido (solidificación); del estado gaseoso al líquido (condensación) y del estado gaseoso al sólido (deposición).

La pregunta 1 se relaciona estrechamente con la pregunta 2 ya que en ésta se pide una aclaración sobre si considera la transformación ocurrida en la pregunta 1 el resultado de un proceso físico o de un proceso químico (aunque sin utilizar exactamente estos términos).

De hecho, si bien la pregunta 1 nos da una idea sobre si el alumno concibe todas las posibilidades frente a la situación planteada o mantiene una visión parcial, su valoración completa sólo se puede realizar al considerarla en forma conjunta con la pregunta 2 pues no se puede especular qué razonamiento utilizó, sin saber, siquiera, si considera que ocurrió un proceso físico o químico.

Por otra parte no necesariamente todos los pares de opciones pregunta 1-pregunta 2 resultan correctas desde la estructura de conocimientos de la Química. Por tanto, ciertas duplas, que consideradas en forma separada no indican nada en particular, pudieran corresponder a concepciones alternativas del alumno si se las considera en forma conjunta.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 2

¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema de la figura uno del ítem anterior a la representación final (o las representaciones finales) que elegiste? (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Cambio de estado de agregación. a.1- ¿Qué cambio es?

b- Enlace químico.

c- Otra cosa (acláranos por favor qué).....

Esta pregunta tiene una relación directa con la pregunta 1 pues se solicita que el alumno aclare qué cree que sucedió para que se produzca el pasaje espontáneo esquematizado en la pregunta anterior.

Nuevamente, como en la pregunta 1 se pretende saber qué posibilidades concibe quien responde.

Recordemos que una de las tendencias evolutivas aceptadas, al menos por muchos de los autores que tratan el tema del desarrollo cognitivo, es el pasaje paulatino de lo real a considerar también lo posible (Flavell, 1985). Quien hubiese alcanzado un desarrollo propio de la adolescencia y la edad adulta, poseyendo un pensamiento lógico formal respecto a los contenidos específicos de química, debiera pues, ser capaz de discernir sobre qué hipótesis son viables para el caso. Quien no, seguramente tendrá concepciones que difieren por uno u otro motivo de aquellas que son aceptadas desde el punto de vista del desarrollo actual de los conocimientos en Química.

En cuanto a las causas de formular una pregunta de este tipo surge claramente del análisis de las respuestas posibles a la pregunta 1 que hay varios cursos lógicos de razonamiento factibles de ser aplicados al hecho planteado. Para juzgar sobre cuál o cuáles de ellos ha seguido el alumno se debe analizar si considera que ocurrió un proceso químico, un proceso físico o ambos.

Es para determinar la última cuestión que surge como necesaria la pregunta 2.

En cuanto a las alternativas de respuesta propuestas, del segundo diálogo transcripto en la pregunta 1, surge claramente que el proceso físico es una de las alternativas tenidas en cuenta espontáneamente por los alumnos para un caso similar al planteado (como es la pregunta 1 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas*).

El diálogo que se transcribe a continuación demuestra que la otra es un proceso químico.

El mismo se desarrolla cuando se le hace al alumno la pregunta 1 del ya mencionado cuestionario.

1542Entrevistador: En el siguiente esquema X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1543Alumno: Una reacción.

1544Entrevistador: ¿Una reacción química?

1545Alumno: (no responde)

1546Entrevistador: ¿Y qué pasó para que esos átomos se unieran?

1547Alumno: Un enlace.

El proceso físico a que se hace referencia sería un cambio de estado de agregación y el proceso químico sería un enlace químico entre átomos de un mismo elemento.

Ambos procesos son termodinámicamente viables en forma espontánea.

Recordemos que para predecir la espontaneidad de un proceso se necesita conocer tanto el cambio en la entalpía como el cambio en la entropía del sistema en cuestión.

La entropía (S) es una medida directa de la aleatoriedad o del desorden del sistema. En otras palabras, la entropía describe el grado en el que los átomos, las moléculas o los iones se distribuyen, en forma desordenada, en una región del espacio. Mientras mayor sea el desorden en el sistema, mayor será la entropía.

El cambio de entropía en un proceso (ΔS) se puede calcular como la diferencia entre las entropías del sistema en el estado final (S_f) y en el estado inicial (S_i)

$$\Delta S = S_f - S_i$$

Si el cambio provoca un aumento en la aleatoriedad o en el desorden (el sistema pasa de un estado inicial más ordenado a un estado final menos ordenado) la variación de entropía es positiva ($\Delta S > 0$). Si por el contrario el cambio provoca una disminución de la aleatoriedad o el desorden, la variación de entropía es negativa ($\Delta S < 0$)

La entalpía (H) por su parte, expresa la energía térmica liberada o absorbida en un proceso a presión constante. De hecho la mayoría de los cambios físicos o químicos, incluyendo aquellos que se efectúan en los sistemas vivos, ocurren en las condiciones de presión constante de la atmósfera.

La entalpía de reacción (ΔH) es la diferencia entre las entalpías de los productos (Δ_{prod}) y las entalpías de los reactivos (Δ_{react}).

$$\Delta H = H_{\text{prod.}} - H_{\text{react.}}$$

La entalpía de reacción puede ser positiva o negativa dependiendo del proceso. Para un proceso endotérmico (el sistema recibe energía térmica de los alrededores) la variación de entalpía o entalpía de reacción (ΔH) es positiva ($\Delta H > 0$). Para un proceso exotérmico (el sistema libera energía térmica hacia los alrededores) la variación de entalpía o entalpía de reacción (ΔH) es negativa ($\Delta H < 0$).

Tanto la entropía (S) como la entalpía (H) son funciones de estado, dependen sólo del estado inicial y final de un sistema. No influye en su consideración el camino que haya seguido tal sistema en su evolución.

La segunda ley de la termodinámica predice que en un proceso espontáneo la entropía del universo aumenta y se mantiene constante en un proceso en equilibrio.

$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{entorno}}$$

$$\Delta S_{\text{universo}} > 0 \Rightarrow \text{proceso espontáneo}$$

Esta ley no sería de mucha ayuda en la predicción de la espontaneidad de un proceso si una serie de transformaciones de la ecuación anterior no permitiese arribar a la siguiente expresión

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \quad \text{Ecuación 1}$$

donde ΔG es la variación de energía libre de Gibbs en un proceso a temperatura constante ($T = \text{constante}$). Tal variación de energía libre está directamente relacionada

con la variación con signo negativo de la entropía del universo ($\Delta S_{\text{universo}}$), ΔS es la variación de entropía del sistema ($\Delta S_{\text{sistema}}$) y ΔH es la variación de entalpía del mismo.

Por tanto, si:

$$\Delta G < 0 \Rightarrow \Delta S_{\text{universo}} > 0 \Rightarrow \text{Proceso espontáneo}$$

$$\Delta G > 0 \Rightarrow \Delta S_{\text{universo}} < 0 \Rightarrow \text{Proceso no espontáneo}$$

$$\Delta G = 0 \Rightarrow \Delta S_{\text{universo}} = 0 \Rightarrow \text{Proceso en equilibrio}$$

En un sistema que evoluciona a temperatura constante existen diferentes alternativas para la ecuación 1 que se resumen en el siguiente **Cuadro 2**.

Cuadro 2

Caso	ΔH	ΔS	ΔG	Proceso
1	< 0	> 0	< 0	Espontáneo
2	> 0	< 0	> 0	No espontáneo
3	< 0	< 0	?	Espontáneo a temperatura baja
4	> 0	> 0	?	Espontáneo a temperatura alta

En la transformación espontánea propuesta en la pregunta 1 hay una disminución del desorden del sistema y, por tanto, la variación de entropía del mismo es negativa ($\Delta S < 0$). Tal análisis es independiente de que se considere un proceso físico o un proceso químico.

Si se juzga que ocurre una reacción química, bien podría suponerse que ésta es exotérmica y la variación de entalpía resulta entonces negativa ($\Delta H < 0$). Tal variación de entalpía podría compensar la variación de entropía y ser, por tanto, un proceso espontáneo. De este análisis se desprende que la suposición de que hubo una reacción química y los átomos se enlazaron químicamente sería aceptable como una respuesta correcta desde la estructura actual de los conocimientos en química.

La Ecuación 1 puede aplicarse a las transiciones de fase. Pero, a la temperatura de transición de fase (temperatura de fusión, temperatura de ebullición), el sistema está en equilibrio resultando la $\Delta G = 0$ y ese sería el único caso en el cual la ecuación es válida, pues la transición se da a una temperatura constante.

Si el sistema se ha desplazado del equilibrio, la temperatura necesariamente cambió, lo cual se puede demostrar si se considera cualquier diagrama de equilibrio de fases para una sustancia, ya sea simple o compuesta.

La evolución del sistema representado en la pregunta 1 indica que el mismo ha desplazado totalmente su equilibrio (al menos ello es lo que se puede deducir del dibujo) pues no se representan átomos libres en ninguno de los estado finales propuestos. Si bien por las anteriores consideraciones la Ecuación 1 no se podría utilizar

para el análisis de la espontaneidad de tal proceso físico totalmente desplazado en su equilibrio, pues la temperatura no es constante, la utilizaremos como una aproximación.

Consideremos que ocurrió un cambio de estado de agregación del sistema de un estado menos condensado a otro más condensado; tales cambios ocurren con liberación de energía hacia el entorno y una variación de entalpía negativa ($\Delta H < 0$). En cuanto a la entropía, al ser los estados condensados más ordenados, la variación de entropía del sistema es negativa ($\Delta S < 0$). Si en el equilibrio ambas variaciones se compensan y el proceso se da en ambos sentidos, no es incorrecto suponer espontáneo el proceso en cualquiera de los mismos. Por tanto, una respuesta marcando que aconteció un cambio de estado de agregación no es a priori incorrecta.

Pero si la transición ha sido total (como lo sugieren las representaciones que se exponen al alumno) la temperatura debe necesariamente haber cambiado.

Como nada se le informa al encuestado en la pregunta 1 sobre la temperatura inicial y final del sistema representado éste podría considerar que el equilibrio se desplazó totalmente, que la temperatura del sistema cambió y que efectivamente la razón de su evolución es un cambio de estado de agregación.

La posibilidad de la anterior respuesta se podría suprimir informando que la temperatura inicial y final del sistema es la misma, con lo cual resulta inviable que un proceso físico sea responsable de la evolución del sistema representado.

Tal análisis en particular está lejos de las posibilidades de los alumnos ingresantes, que fue uno de los grupos a quienes se dirigía la encuesta, dado que no se trabaja en la actual escuela media sobre aspectos relacionados con la termodinámica de las reacciones químicas o los procesos físicos. Esta es la razón de no informar nada en el *Cuestionario de Evaluación* sobre la temperatura del sistema.

Se deja pues constancia de que, tanto la suposición que un cambio de estado de agregación como un enlace químico, han conducido al estado final predicho es correcta en las condiciones planteadas.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. la pregunta 2 se formuló del siguiente modo

“¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno al estado final que elegiste?”

a- Unión entre átomos de X.

b- Cambio de estado

c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si bien entre los integrantes del Grupo A que respondieron la encuesta no hubo consultas, un alumno eligió la opción “c”, indicando que: “es una unión de átomos precisamente porque cambiaron de estado” por lo que pareció que las propuestas de respuesta no eran totalmente claras.

Esta es la razón que llevó a modificar en la opción “a” la expresión “unión” entre átomos de X por el término más específico “enlace químico”. En la opción “b” se modifica la frase “cambio de estado” por “cambio de estado de agregación”.

Con estas innovaciones pareció quedar más claro a qué se refería cada una de las alternativas de respuesta.

Además, se modificó el orden en que aparecían las opciones para evitar que el alumno suponga existe correspondencia entre las letras que nombran las alternativas de respuesta en la pregunta 1 y en la pregunta 2.

El enunciado también se corrigió para no sugerir la existencia de una sola posibilidad de evolución del sistema.

Se agregó un apartado, junto a la opción “a”, con el objeto que el alumno explicara qué tipo de cambio de estado consideraba que ocurría, pues de otro modo se podría considerar que quien responde piensa siempre en el pasaje de un estado menos condensado a uno más condensado, tal y como se desprende si se consideran las representaciones de la figura 1 y de la opción “b”; cosa que, según demuestra la siguiente conversación con una alumna, no siempre ocurre.

El diálogo se desarrolla al presentar a la alumna la tarjeta de la pregunta 1 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que figura en el *Apéndice II*. En principio había considerado que se formaban moléculas pero luego parece inclinarse por que la evolución del sistema se debió a un cambio de estado.

1383Entrevistador: *¿Se formaron moléculas o cambió de estado?*

1384Alumna: *Cambió de estado.*

1385Entrevistador: *¿Y a qué estado habría pasado? ¿En qué estado estaba y a qué estado habría pasado?*

1386Alumna: *Por ejemplo podría ser un estado líquido y pasar a un estado gaseoso.*

Se aclara que el primer dibujo, que figura en la tarjeta de la pregunta en cuestión, es similar al estado inicial representado en la pregunta 1 del *Cuestionario de Evaluación*. El segundo dibujo, que se encuentra en la misma tarjeta, es similar al estado final propuesto que figura en la pregunta 1 como opción “a”.

El ítem del Segundo Intento queda como sigue:

“¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno al estado final o estados finales que elegiste?

a- Cambio de estado de agregación. ¿Qué cambio es?.....

b- Enlace químico.

c- Otra cosa. (acláranos por favor qué).....

En la lectura que se hace del S.I. se decide aclarar mejor a qué “sistema uno” nos referimos en la pregunta para que no exista confusión posible.

También se coloca en letra menor una indicación a fin que el alumno marque con una cruz la opción que crea correcta, ya que en el Grupo A hubo personas que consultaron sobre ese punto. Ya aclaramos en el análisis que se hizo de la pregunta 1 por qué consideramos que ello era perjudicial a nuestros objetivos.

El ítem queda del siguiente modo:

“¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno del ítem anterior al estado final que elegiste (o estados finales)? (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Cambio de estado de agregación. ¿Qué cambio es?

b- Enlace químico.

c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Cuando se utilizó el T.I. con el Grupo B no hubo consultas al respecto; por lo que los cambios realizados parecen haber sido positivos a la luz de los resultados obtenidos.

En una lectura del C.I. se decide modificar el término “estado final” por “representación final” en razón de la asociación que pudiese establecer el alumno con los estados de agregación de la materia.

La pregunta 2 queda tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

La respuesta que se espera es una elección doble por las alternativas “a” y “b”, acompañando a la primera de una explicación que indique que el cambio considerado corresponde al pasaje de un estado menos condensado a uno más condensado. Por ejemplo: gas a líquido; gas a sólido o líquido a sólido (aunque la última de las alternativas no sería del todo correcta en razón de que la figura 1 de la pregunta 1 no corresponde a la representación de un líquido).

La elección de una sola de las alternativas es una respuesta parcialmente correcta.

Si elige sólo la alternativa “b” no ha imaginado la posibilidad de un cambio de estado de agregación.

Si elige sólo la alternativa “a” el alumno no concibe una reacción química entre átomos de un mismo elemento, al menos en las condiciones en que se plantea la pregunta.

En cuanto al análisis conjunto de las preguntas 1 y 2 a continuación en el **Cuadro 3** se han dividido los pares de respuestas posibles en diferentes categorías para una mejor identificación. Posteriormente se incluye una explicación sobre qué consideramos podría significar cada una de ellas

Cuadro 3

Categorías	Pregunta 1	Pregunta 2
Categoría 1	a y b	a y b
Categoría 2	a y b	b
Categoría 3	A	b
Categoría 4	B	b
Categoría 5	B	a y b
Categoría 6	A	a y b
Categoría 7	B	a
Categoría 8	a y b	a
Categoría 9	A	a

Categoría 1: el alumno concibe toda la gama de alternativas frente al hecho propuesto, aunque nada se puede asegurar respecto a si realmente piensa que:

- para las alternativas 1-a y 1-b es correcto considerar que un enlace químico sea causa del estado final propuesto.

- sólo frente a la alternativa 1-b es correcto suponer que la evolución del sistema se debe a un cambio de estado de agregación.

Categoría 2: el alumno no ha considerado la posibilidad de un cambio de estado de agregación pero correctamente ha tenido en cuenta que a los estados finales “a” y “b” de pregunta 1 se puede arribar por el enlace químico entre los átomos. Probablemente conciba la formación de moléculas biatómicas y cristales covalentes entre átomos de un mismo elemento, aún cuando no se indique la identidad de los mismos.

Categoría 3: el alumno no ha analizado la posibilidad de un cambio de estado de agregación. Tiene en cuenta que un enlace químico puede llevar al estado final 1-a, pero no ocurre lo mismo respecto al estado final 1-b. Posiblemente conciba la formación de moléculas biatómicas entre átomos de un mismo elemento; pero en el mismo contexto no imagina la formación de cristales covalentes.

Categoría 4: el alumno no ha analizado la posibilidad de un cambio de estado de agregación. Tiene en cuenta que un enlace químico puede llevar al estado final 1-b pero no ocurre lo mismo respecto al estado final 1-a. Posiblemente conciba la formación de un cristal covalente; pero en el mismo contexto no imagina la formación de moléculas biatómicas entre átomos de un mismo elemento.

Categoría 5: el alumno ha analizado que tanto la posibilidad de un cambio de estado de agregación como la de un enlace químico entre átomos de un mismo elemento puede llevar al estado final 1-b, pero no considera lo mismo respecto al estado final 1-a. Posiblemente concibe la formación de cristales covalentes pero no la formación de moléculas diatómicas en el mismo contexto.

Categoría 6: el alumno ha analizado tanto la posibilidad de que ocurra un enlace químico entre los átomos como que se verifique un cambio de estado de agregación pero incorrectamente relaciona este último acontecimiento con el estado final 1-a. Probablemente conciba la formación de moléculas diatómicas por enlace químico entre los átomos, pero aparentemente cree que también un cambio de estado de agregación puede conducir a las mismas, hecho éste inconsistente con las actuales ideas de la Química.

Categoría 7: el alumno no contempla la posibilidad de que ocurra un enlace químico entre átomos de un mismo elemento, al menos en el contexto planteado. La única posibilidad evidente para él es un cambio de estado de agregación, el que correctamente relaciona con la configuración 1-b

Categoría 8: el alumno no contempla, en el contexto dado, la posibilidad de que ocurra un enlace químico entre los átomos de un mismo elemento. La única posibilidad evidente para él es un cambio de estado de agregación. Pero la respuesta, aparentemente correcta, se invalida pues cree que tal cambio de estado de agregación puede llevar a los átomos a unirse por pares, hecho inconsistente con las actuales ideas de la Química. Por otra parte tanto el estado inicial como el estado final predicho se corresponden con las representaciones que los químicos hacen de las sustancias cuando se encuentran en estado gaseoso.

Categoría 9: el alumno no contempla, en el contexto dado, la posibilidad de que ocurra un enlace químico entre los átomos de un mismo elemento. El cambio de estado que predice es inconsistente desde las actuales ideas de la Química por las mismas razones expuestas en la categoría 6.

Aclaración

Aquellos alumnos que en la pregunta 2 no toman la opción “b” (enlace químico) saltan las tres propuestas que se analizan a continuación: preguntas 3.1, 3.2 y 3.3. En ellas se requieren precisiones sobre el enlace químico que creen que ocurrió; por tanto, no se consideró conveniente forzar a contestar a quienes no concebían la existencia de tal enlace químico.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 3.1

“En el enlace qué tú crees ocurrió en 2-b: (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.*
- b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.*
- c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse.”*

Esta pregunta tiene una relación directa con las preguntas 1 y 2 pues se solicita al alumno que aclare diferentes puntos respecto al enlace químico que el mismo predijo ocurre entre los átomos que se representaron en la figura 1 de la pregunta 1.

El objetivo de la misma es determinar qué idea tienen los estudiantes sobre el tipo de enlace (iónico o covalente) que ocurre entre átomos iguales de identidad desconocida.

En la valoración se deben tener en cuenta las configuraciones finales propuestas en la pregunta 1 pues en referencia a dichas representaciones se pide al alumno que elija entre las diferentes opciones de respuesta.

El fundamento de utilizar las opciones de respuesta enunciadas precedentemente surge de las entrevistas personales.

En dichas entrevistas aflora en forma clara que muchos de los estudiantes consideran que átomos de un mismo tipo se pueden unir por lo que un químico entendería como un enlace iónico.

El referido tipo de unión ocurre entre átomos de elementos cuya diferencia de electronegatividad es notable, y su característica esencial es que hay una transferencia completa de electrones desde un átomo a otro con formación de cationes y aniones

Se transcriben a continuación diálogos textuales mantenidos con alumnos cuando se les hace la pregunta 1 del Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas que figura en el Apéndice II.

Tal pregunta plantea al entrevistado que espontáneamente un grupo de átomos iguales separados se juntan por pares y se le pide explique qué podría haber ocurrido.

1016Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1017Alumno: Que se unieron, vendría a ser, podría ser debido a varios factores. Algunos con cargas positivas. Aniones, cationes con carga positiva. Y bueno se unieron para formar un compuesto.

Si bien el alumno habla de unión y no de enlace químico creemos que se refiere a esto último. Para afirmar tal cosa nos basamos en seis entrevistas en las que, como una pregunta alternativa, se había propuesto una asociación libre de ideas utilizando las palabras unión y enlace. De ellas surge que cinco de los seis entrevistados dan una interpretación similar a las mismas.

En otra conversación, frente a la misma pregunta se desarrolla el siguiente diálogo

1795Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1796Alumno: Hubo un enlace.

1797Entrevistador: ¿Qué pasó entre los átomos para que haya un enlace?

1798Alumno: Y, puede que haya una fuente de alta tensión y esto, o sea, y haya tres átomos con carga positiva y otros tres con carga negativa.

1799Entrevistador: Ajá. Tendrían que haber adquirido cargas los átomos para que se enlazaran.

1800Alumno: Claro, sí. (el alumno dice algo más que no se percibe muy bien en la grabación).

Tales conversaciones son el fundamento que nos lleva a proponer como una de las opciones de respuesta la siguiente.

“Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse”

En la misma se sugiere que átomos de un mismo tipo (todos los átomos a los que se hace referencia corresponden al elemento X) han adquirido cargas de distinto signo; se han transformado en aniones (carga negativa) y cationes (carga positiva) para unirse. Para cualquier químico es evidente que se habla de un enlace iónico.

Otra de las opciones de respuesta da la posibilidad de pensar en un enlace de tipo covalente.

En tal tipo de unión los electrones son compartidos por los átomos y cada electrón es atraído por los núcleos involucrados. Esta atracción es responsable de que se mantengan unidos por ejemplo dos átomos de hidrógeno en una molécula.

La opción dice:

“No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse”

Por tanto, los átomos de X no tienen que transformarse en iones para que se produzca un enlace químico. Tal situación se correspondería con lo que un químico entiende por enlace covalente. Y es la respuesta correcta en vista de la situación planteada.

La tercer opción sugiere la necesidad de conocer la identidad de los átomos involucrados a fin de determinar si adquieren cargas (se transforman en iones) o no para unirse.

No se consideró indispensable aclarar en este punto que dichos iones eran positivos y negativos, dado que en la opción “a” ello había quedado planteado con claridad. No estimamos que la omisión de tal información induzca a los alumnos a considerar un enlace donde todos los iones sean de igual signo.

Una alternativa del tipo propuesto se fundamenta en el hecho de que en las entrevistas personales algunos alumnos señalaron tal suceso como indispensable.

Como ejemplo se transcribe parte del diálogo sostenido con un alumno al hacerle la pregunta 1 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que aparece en el *Apéndice II*.

416Entrevistador: *Si en el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?*

417Alumno: *Una unión entre átomos.*

418Entrevistador: *¿Y cómo se realizó esa unión?*

419Alumno: *O sea, que... uno de los átomos tenía una fuerza mayor que otro y entonces los atrajeron y formaron tres pares.*

420Entrevistador: *¿Entre esos átomos existen fuerzas?*

421Alumno: *Sí.*

422Entrevistador: *¿Y si estos átomos son todos iguales, cómo se explica que unos tengan mayor fuerza que otros?*

423Alumno: *Eh... puede ser porque... podría ser según a qué tipo de sustancia pertenecen esos átomos.*

424Entrevistador: *¿Depende de la sustancia de donde hubieran salido?*

425Alumno: *Claro.*

426Entrevistador: *¿Y si estuvieran los átomos así sueltos?*

427Alumno: *Eh... la verdad que yo no sabría decirle por qué se unirían porque sí o sí tendría que haber una relación. Algo pasa para que esto se una.*

428Entrevistador: *¿Algo pasa pero vos no sabrías explicarme qué?*

429Alumno: *Si, claro porque sí o sí tenemos que saber átomos de qué son para poder saber si se unen. Hay tipos de unión que según la clasificación de los átomos se dan.*

No se colocó un punto que hiciese referencia al enlace metálico ya que tal tipo de enlace no surgió como una alternativa espontánea entre los alumnos cuando se hacía referencia a configuraciones similares a las de la pregunta 1.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. aparece redactado como sigue:

“En tal unión

a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.

b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.

c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse.”

Cuando se aplica tal instrumento al Grupo A no hay consultas al respecto. De todos modos se decide cambiar la palabra unión por enlace para que el ítem concuerde con la opción a de la pregunta 2 donde se hizo igual modificación.

Por otro lado la palabra enlace resultaba más específica respecto a qué se hablaba. Y si bien la mayoría de los alumnos las utiliza como sinónimos se pretendió salvar la posibilidad de confundir a quienes las interpretan de modo diferente.

En la lectura del S.I. se decide modificar el enunciado de modo que resultase más clara la relación existente entre las preguntas 3.1, 2 y 1.

También se agrega una aclaración, en letra menor, en la que se sugiere al alumno cómo marcar la respuesta que él considere correcta.

No se hacen modificaciones posteriores por lo que el ítem 3.1 queda tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

La opción correcta a la cuestión planteada es la “b”, donde los átomos enlazados no se han transformado en iones.

Tal opción permitiría especular que el alumno piensa en un enlace de tipo covalente donde dos átomos de un mismo elemento se unen para formar una molécula diatómica (como O₂, H₂, etc.). Esta interpretación se podría aplicar a la opción “a” de la pregunta 1, o considera que varios átomos de un mismo elemento se unen para formar una molécula poliatómica (como S₈, P₄), aunque no hay correspondencia entre esta última interpretación y las representaciones que se incluyen como estados finales en la pregunta 1, o bien los átomos de un mismo elemento se unen para formar un cristal covalente (como el diamante). Esta interpretación se podría aplicar a la representación “b” de la pregunta 1.

Tanto la opción “a” como la “c” son incorrectas.

La primera porque el estado actual de los conocimientos en Química no permite concebir de modo lógico que dos o más átomos de un mismo elemento se transformen en iones de distinto signo al unirse por enlace químico.

Tal opción permite especular que el alumno considera que dos átomos de un mismo tipo se pueden unir por enlace iónico.

La segunda porque no es en absoluto necesario conocer la identidad de átomos de un mismo elemento para saber que no se transforman en iones de signo contrario al unirse por enlace químico.

Por otro lado si bien se pudiese pensar en un enlace metálico, en éste no hay formación de iones de diferente signo. Todos los iones son de un mismo signo y comparten electrones deslocalizados.

Cabe también señalar que ninguno de los dibujos que simbolizan los estados finales “a” y “b” de la pregunta 1, corresponde a una representación de este último tipo de enlace.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación

Pregunta 3.2

¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es absolutamente necesaria alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Chispa eléctrica

b- Calentar

c- Ionizar

d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen

e- Nada

f- Otros (acláranos qué debería pasar).....

Explicanos con tus palabras tu respuesta.....

La pregunta tiene un doble objetivo. Por un lado se pretende averiguar si los alumnos comparten con los expertos en química la idea sobre qué representa un proceso espontáneo.

Por otro lado, de no poseer una concepción acorde con las ideas de la comunidad científica sobre qué es un proceso espontáneo, se desea investigar qué condiciones consideran necesarias para que se produzca el enlace químico entre átomos de un mismo elemento.

O, dicho de otro modo, cuáles son las condiciones que consideran imprescindibles para que el sistema de la pregunta 1 evolucione debido a una reacción química.

Esta pregunta, al igual que las anteriores, se ha planteado en un plano abstracto (para evaluar los fundamentos de tal decisión ver la justificación de la misma que se hizo en el análisis de la pregunta 1).

La presente cuestión se relaciona con las preguntas 3-1, 2 y 1 pues la “unión de átomos” a la que se hace referencia es el enlace químico que el mismo alumno ha predicho ocurrió en el sistema de la pregunta 1.

Se reitera que quienes en la pregunta 2 no toman la opción de respuesta que indica como causa de la evolución del sistema una reacción química (opción “b”) no responden la pregunta 3-2.

Por proceso natural o espontáneo se entiende todo aquel cambio que sucede en un sistema que se abandona a su suerte y llega finalmente a algún estado de equilibrio.

Por estado de equilibrio se entiende a aquel que en un sistema cerrado se caracteriza porque sus variables intensivas (presión, temperatura, composición) tienen un valor que no se altera en el tiempo.

La justificación de realizar una pregunta como esta descansa en las entrevistas personales. En las mismas cuando se les indicaba a los alumnos que un sistema evolucionaba espontáneamente de un determinado estado inicial a un estado final muchos de ellos insistían en que se aplicaba energía, o había alguna acción externa sin la cual la evolución no ocurría. Al menos no mediante un proceso químico.

Ejemplo de ello es el siguiente diálogo:

Ante la pregunta 1 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* la alumna explicaba que se formaron moléculas diatómicas.

1375Entrevistador: *En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?*

1376Alumna: *Y... se formaron moléculas.*

1377Entrevistador: *¿Y cómo se formaron, qué pasó para que se formaran?*

1378Alumna: *Y se tuvo que... ¿Espontáneamente sin aplicarle nada?*

1379Entrevistador: *Sí, espontáneamente, sin ninguna intervención.*

1380Alumna: *¿Sin ningún agente exterior?*

1381Entrevistador: *Nada.*

1382Alumna: *Cambió de estado, no sé.*

Es notorio que la alumna no concibe la unión química entre átomos de un mismo elemento como un proceso espontáneo. Si se le impone tal condición, como vemos, cambia su opinión. Y considera más acertado suponer un cambio de estado de agregación.

En otros casos insistían en la intervención de diferentes agentes externos.

De los diálogos transcritos a continuación surgen qué condiciones consideraban como necesarias.

651Entrevistador: *En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?*

652Alumno: *Supongo que hubo alguna reacción, algo de... calentaron o le dieron energía externa. Con calentamiento o electricidad o algo que hizo que todos esos átomos se juntaran por pares.*

Se desprende del diálogo que tanto el dar calor como entregar energía eléctrica parecen ser condiciones necesarias para que se produzca un enlace químico entre átomos de un mismo elemento.

1795Entrevistador: *En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?*

1796Alumno: *Hubo un enlace.*

1797Entrevistador: *¿Qué pasó entre los átomos para que haya un enlace?*

1798Alumno: *Y, puede que haya una fuente de alta tensión y esto, o sea, y haya tres átomos con carga positiva y otros tres con carga negativa.*

En este caso el alumno cree necesaria una fuente de alta tensión para que se produzca un enlace químico entre los átomos (no aclaró en el transcurso de la entrevista si esas cargas se adquirirían merced a la existencia de la citada fuente de alta tensión o cual era la función que cumplía la misma respecto al enlace).

Se le había presentado a la alumna la tarjeta con la pregunta 1 y ella consideró que los átomos se habían unido. Al solicitarle precisiones sobre tal unión la alumna comenzó a dudar pues veía una dificultad en que se hubiese fijado como condición que el proceso fuera espontáneo.

Se escriben dos partes del extenso diálogo que se desarrolló a raíz de ello.

1219Entrevistador: *¿Cómo se explicaría la unión?*

1220Alumna: *No, no sé cómo se van a unir porque se podría aplicar una cierta energía pero al aplicarse a uno se le aplica a todo, además, dice que es espontáneo, o sea, que yo no hice nada.*

O a lo mejor uno al mismo tiempo puede tener cargas positivas y negativas.

No, no sé, no se me ocurre.

(sigue el diálogo)

La misma alumna cuando se le formula la pregunta 2 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas del Apéndice II* donde se focaliza el tema de un sistema formado por átomos diferentes, que evoluciona espontáneamente llegando a un estado final donde aparecen los átomos unidos por pares, expresa dudas similares.

1239Entrevistador: *En el siguiente diagrama A y B representan átomos de dos elementos diferentes ¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema?*

1240Alumna: *Acá sí puede ser que tengan distintas cargas y se unieron. Por ejemplo ésta (señala A) es positiva y ésta (señala a B) negativa y se unieron.*

1241Entrevistador: *¿Existen fuerzas entre estos átomos, de qué tipo?*

1242Alumna: *Fuerzas electromagnéticas.*

1243Entrevistador: *¿Siempre que los átomos sean distintos la unión se va a dar por fuerzas electromagnéticas o no?*

1244Alumna: *Cuando las cargas sean distintas se me ocurre que sí, en cambio cuando son iguales tendría que actuar algo.*

1245Entrevistador: *¿Podría ser que tuvieran cargas iguales o eso sería imposible?*

1246Alumna: *Para mí es imposible porque tiene que haber otra cosa, tiene... pero como es espontáneo yo no puedo decir que acá actúa energía o hacer ionizar esto y entonces formar aniones y cationes y se unen.*

En el primer párrafo del diálogo es notorio que la alumna no puede concebir como espontáneo el proceso presentado.

En la segunda parte señala características que deberían aparecer para que se concrete un proceso de enlace químico entre dos átomos. Y aunque en el caso que la alumna describe los átomos son de diferentes elementos creemos que tal idea puede ser trasladada al enlace químico entre átomos de un mismo elemento.

De las conversaciones se extraen las distintas opciones que se presentarán a los alumnos en la pregunta 3-2. Tales opciones son: ionizar, calentar, chispa eléctrica, dar energía.

Modificaciones a la Pregunta

El P.I. del ítem de estaba redactado en la siguiente forma.

“¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es imprescindible alguna de las siguientes condiciones? De ser así indícanos cuál.

a- Chispa eléctrica.

b- Calentar

c- Ionizar

d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.

e- Nada, tal unión puede ser espontánea.

f- Otros (acláranos qué debería pasar)

Si elegiste los ítems a, b, c, d o f explícanos con tus palabras por qué crees que es necesaria tal condición.”

Si bien no hubo consultas sobre el particular siguiendo el criterio aplicado ya a otras preguntas se decide cambiar la palabra unión por la más específica enlace químico. Reiteramos que en las entrevistas la mayoría de los alumnos las utilizaban como sinónimos (aunque no todos ellos).

En la opción “e” se decide suprimir el párrafo “tal unión puede ser espontánea” de modo que quede más sintético.

En la lectura del S.I., si bien no se corrige el enunciado se agrega en letra menor una indicación para que el alumno marque con una cruz la respuesta correcta. Ello se hizo así pues en el Grupo A hubo alumnos que consultaron cómo identificar la respuesta que daban.

Luego de evaluar al Grupo B, y ante la consulta de una alumna sobre qué se quería decir con la expresión “es imprescindible” se cambia ésta por “es absolutamente necesaria”.

No se efectúan otras modificaciones por lo que el ítem queda tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*

Análisis de las Respuestas Posibles

Tomando en consideración la relación existente entre esta cuestión y la pregunta 1, donde se aclara específicamente que el proceso (que el mismo alumno señaló como una reacción química) sucede en forma espontánea, la respuesta correcta es la “e” (nada).

Por otra parte el alumno conoce la existencia de moléculas diatómicas, donde se unen dos átomos de un mismo elemento, como el caso del H_2 , N_2 , etc. Dado que los átomos de dichos elementos no existen libres en la naturaleza quizá pudiera intuir que el proceso de formación de sus moléculas, y por tanto el de la formación de los enlaces entre sus átomos, fue espontáneo. Tiene pues alguna base a partir de la cual generalizar tal hecho a átomos desconocidos del elemento X.

Cualquiera de las otras opciones indicaría que o bien el alumno no ha tomado en cuenta la relación entre la pregunta 3-2 y la pregunta 1; o no hay una correlación entre sus ideas y las de los científicos respecto a qué es un proceso espontáneo.

En cuanto a la condición que elija, obviando la “e”, se espera aclarar más su decisión tomando en cuenta la explicación que el mismo realice de su elección.

Por ello no se especula sobre qué podría significar cada una de ellas y nos remitimos para su análisis a las explicaciones de los alumnos.

Existe cierta relación con la pregunta 6-2, donde se plantea un caso similar pero en un enlace químico entre átomos de distintos elementos.

Se espera aclarar, en un análisis conjunto de las respuestas a ambas preguntas, si los alumnos sostienen o no las mismas ideas frente a ambos casos, o si en función del contexto modifican su respuesta.

La pregunta 8-d plantea la misma cuestión pero en un caso concreto, se habla de la formación de una moléculas de oxígeno a partir de sus átomos.

Se espera ver si la respuesta que da el alumno cuando la cuestión del tipo de enlace entre átomos de un mismo elemento se plantea identificando la identidad de los mismos (caso concreto) es coherente con aquella que ofrece cuando se plantea idéntica cuestión omitiendo establecer de qué tipo de átomos se trata (caso abstracto).

La pregunta 9-b vuelve en otro contexto sobre la misma cuestión. Esta vez el planteo es abstracto pues no se identifica de qué átomos se habla.

Considerando las preguntas 3-2, 8-d y 9-b se espera ver si el alumno mantiene sus ideas (sean éstas coherentes con las científicas o no) ante diferentes contextos o bien activa distintas concepciones según el contexto de aplicación. Esto último prestaría apoyo al enfoque que considera que las concepciones alternativas se ajustan más a lo que hoy día se conoce como una categoría natural - o concepto probabilístico de límites difusos - que a una categoría lógica y bien definida como son los conceptos científicos. Según Driver (1988) las concepciones son nociones difusas o poco diferenciadas que los alumnos usan de modo vago en función del contexto.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación
Pregunta 3.3

Si pones en contacto en un recipiente átomos de un mismo elemento (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?

(para consultar los esquemas a que se hace referencia ver *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*).

Si bien la pregunta sigue profundizando sobre las ideas que sustentan los alumnos frente a la unión entre átomos de un mismo elemento, no hay una dependencia tan marcada entre esta cuestión y las anteriores. Tal afirmación se basa en el hecho que los investigadores dan por sentado, en la presente pregunta, que se ha consumado una reacción química y los átomos se han unido por pares en lo que podría interpretarse como moléculas diatómicas. Al menos eso es lo que sugieren las representaciones que se presentan a los alumnos.

De todos modos se optó por que quien no hubiese concebido frente a la pregunta 2 un enlace químico salte la presente cuestión.

El fundamento de dicha decisión es que la configuración inicial que se presenta y las configuraciones finales propuestas no son otra cosa que la configuración inicial y la opción "a" de la pregunta 1 representadas a nivel microscópico. No pareció, pues, oportuno colocar al alumno frente a un escenario que él previamente había descartado.

El objetivo de la pregunta es determinar qué concepción tienen los alumnos, a nivel microscópico, de la estructura que adquieren átomos de un mismo elemento cuando se enlazan químicamente formando pares, lo que para cualquier químico sería la estructura microscópica de una molécula diatómica de una sustancia simple.

La cuestión, como se hizo en las preguntas anteriores, se plantea en un plano abstracto; la justificación de tal decisión es la misma ya expuesta cuando se discutió la pregunta 1.

De los muchos tipos de representaciones de átomos que figuran en los libros de Química se optó por una donde el núcleo se dibujó como un círculo pequeño y negro.

Los electrones no se dibujaron en forma individual sino que se los idealizó por medio de un círculo de puntos desordenados en torno al núcleo para representar a la nube difusa que rodea al mismo.

No se guardó la relación de tamaño que según las teorías actuales sobre la estructura atómica existe entre el núcleo y la nube de electrones. Esto último porque la representación hubiese tenido un tamaño demasiado grande para que cupiese en la encuesta.

Respecto de la alegoría que se consideró la más aproximada a la realidad, se trató de tener en cuenta las siguientes características que definen un enlace covalente entre dos átomos, pues es la estructura que se trató de esquematizar.

Dado que la naturaleza detallada de los enlaces químicos es, a los fines didácticos, una materia compleja, los químicos deben emplear descripciones de los enlaces simplificadas pero útiles. Una de las ideas más simples pero esencialmente correcta, y ampliamente aplicable en estas descripciones, es que un enlace químico puede existir cuando se produce un traslape de los orbitales externos de átomos diferentes, de manera que la densidad electrónica se concentra entre las cortezas atómicas.

Por tanto, se consideró que la representación correcta debía reflejar un cambio en la estructura de la nube electrónica y no un simple acercamiento de dos átomos que mantenían su nube electrónica inalterada.

Los químicos saben por resultados experimentales que la longitud de enlace depende no sólo de la naturaleza de los átomos enlazados, sino también de si tal unión es simple, doble o triple. Y en todos los casos esa longitud de enlace es menor que la suma de los radios atómicos de los átomos aislados involucrados.

Teniendo en cuenta ello en la representación correcta se trató de que los núcleos estuviesen a menor distancia de la que tendrían si los átomos simplemente se hubiesen acercado hasta tocarse.

Tales premisas se tomaron en cuenta para dibujar la representación “c” de modo que lo antes dicho resultase evidente con un golpe de vista frente a los demás esquemas que se propusieron al alumno.

Puede que la referida alegoría sea discutible desde diferentes aspectos como todo aquello que trata de mostrar algo que nadie ha percibido directamente en forma visual. Pero creemos que cumple la función de resaltar como la más aproximada a las ideas de los científicos y, por tanto, parece oportuno juzgarla como la mejor en comparación a las demás.

En cuanto a las otras representaciones propuestas (“a”, “b” y “d”) su dibujo se fundamenta en la interpretación que se hizo de las ideas expuestas por los alumnos en las entrevistas personales.

Por ejemplo, frente a la pregunta del Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas se desarrolla un diálogo en que el alumno manifiesta que los átomos se unen. Se transcribe una parte del mismo en que se le piden al alumno precisiones sobre cómo es dicha unión.

274 Entrevistador: *¿Qué significaría la unión dos átomos?*

275 Alumno: *¿Cómo qué significa la unión?*

276 Entrevistador: *¿Cómo están unidos? Vos me dijiste que es porque tienen diferentes valencias. Yo sé que los átomos tienen núcleo y nube electrónica. ¿Qué pasaría con los mismos?. ¿Pasa algo o siguen igual?*

277 Alumno: *Los dos átomos no pasan a ser uno sólo sino que pasan a unirse.*

278 Entrevistador: *¿Los núcleos de los átomos se juntan?*

279 Alumno: *No, no se juntan.*

280 Entrevistador: *¿Y las nubes electrónicas?*

281 Alumno: *Tampoco.*

282 Entrevistador: *¿Es como que los átomos se acercaran y se quedaran así, cerca pero no mezclados? ¿Se mezclan o sólo se tocan?*

283 Alumno: *Se tocan.*

Pese a que hay una interpretación de las ideas del alumno por parte de la entrevistadora, creemos que ésta no ha inducido la respuesta, y simplemente ha contribuido a aclarar lo que el alumno piensa.

Esto último se resume en lo siguiente: dos átomos que se unen por enlace químico se acercan hasta tocarse, pero no hay alteración alguna ni en sus núcleos ni en sus nubes electrónicas.

No obstante que el alumno manifiesta estas ideas colocado ante la perspectiva de la unión de dos átomos de elementos diferentes, creemos que su interpretación se puede extender a la unión de átomos de un mismo elemento.

En otro caso, y charlando con un alumno sobre la representación que éste hizo de una molécula de agua se suscitó el siguiente diálogo:

- 11 *Entrevistador: ¿Los átomos de hidrógeno están muy juntos al de oxígeno?*
- 12 *Alumno: Tendrían que estar unidos.*
- 13 *Entrevistador: ¿En contacto?*
- 14 *Alumno: En contacto porque si no tendrían que estar aislados y uno los podría tener como elementos separados, o sea, no como algo sólido, como sería el agua.*
- 15 *Entrevistador: ¿Están en contacto los núcleos o los electrones?*
- 16 *Alumno: Si estarían los núcleos unidos eso limitaría las órbitas de los electrones; Porque sino se estarían agarrando a piñas los electrones que giran del oxígeno con los que giran del hidrógeno.*
Lo que puede llegar a ser es formarse, por lo general cuando se forman uniones de este tipo es como que se unen los electrones de cada uno. Justamente el oxígeno tiene dos, no ... Se une el hidrógeno con alguno del oxígeno, y tal vez eso delimite una nube electrónica superior y quedan los tres núcleos unidos y los electrones girando.
- 17 *Entrevistador: ¿Con unidos te referís a los núcleos en contacto, o muy cercanos?*
- 18 *Alumno: No, puede ser en contacto. Si no llegan a estar en contacto los núcleos tienen que interrelacionar algo, sino no serían una molécula, serían tres átomos puestos ahí que no cumplen ninguna función.*
Es probable, muy probable, que se unan los núcleos y esa unión determine otra nube electrónica que es diferente a la del hidrógeno y del oxígeno separados, tal vez una más amplia.
Yo creería que sería esa porque unión entre electrones no, porque lo que estaría siendo ahí es una unión entre dos cargas y no entre dos átomos.
No, para mí, es una unión entre núcleos.

Queda suficientemente claro que el alumno concibe una reestructuración de la nube electrónica y la unión entre los núcleos de los átomos involucrados en el enlace.

Nuevamente si bien se está hablando sobre átomos de distintos elementos creemos que la interpretación de dicho alumno se extenderá a la que haga de la unión de átomos de un mismo elemento.

Tales ideas se intentaron visualizar con la opción de respuesta “b” donde la nube electrónica es diferente que la de los dos átomos por separado, y los núcleos aparecen juntos.

En el siguiente diálogo se recoge la conversación sostenida con un alumno en referencia a la unión que hay entre dos átomos de oxígeno en una molécula de dicha sustancia (la conversación es parte de la respuesta del alumno a la pregunta 2 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que figura en el *Apéndice II*)

- 814 *Entrevistador: ¿No estás seguro de si es una reacción química? ¿Y entre estos dos átomos, en la molécula, hay fuerzas?*
- 815 *Alumno: ¿Los dos juntos? ¿Ya estando los dos juntos?*
- 816 *Entrevistador: Sí.*
- 817 *Alumno: (tras largo silencio) Puede que sí, o puede que no, no sé.*
Capaz que juntando los dos yo haga uno solo y se haga una sola cosa, una cosa uniforme y nada más. ¿Querés un ejemplo?
- 818 *Entrevistador: Sí.*

819Alumno: Si tengo dos lapiceras así como los dos átomos de oxígeno. Si las junto a las dos y tuviera un fibrón, una cosa más grande.

Si bien el alumno dudaba de su propia interpretación se intentó graficar su idea como una alternativa de respuesta. Y fue así que visualizamos la opción “d”. En ella los dos átomos que aparecen en las otras opciones se dibujaron juntos formando un átomo mayor.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. la pregunta no aparece ordenada como en el último, era la sexta cuestión que se presentaba a los alumnos.

El enunciado era el que sigue.

“Si pones en contacto en un recipiente átomos iguales (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa un átomo y el círculo negro central su núcleo) ¿Cuál crees que sea el estado final de tal sistema luego de una transformación espontánea (una unión espontánea entre átomos)?

(para consultar los esquemas a que se hace referencia ver P.I. que figura en el Apéndice III).

Cuando se toma la encuesta a los alumnos del Grupo A, cuatro de los doce que respondieron la primera parte de la encuesta marcan la opción “d”.

Se aclara que, por ser la primera vez que se tomaba la encuesta, tener la misma un elevado número de preguntas y desconocer el tiempo que les pudiese llevar responderla, decidimos con la docente a cargo del grupo de alumnos que la mitad respondiera la primera parte y la otra mitad la segunda parte del cuestionario. Así se pudo reducir el número de preguntas que debía considerar cada uno de los alumnos y por ende el tiempo de respuesta.

Se determina que sólo se enfocaría la formación de moléculas diatómicas entre átomos de un mismo elemento y, por tanto, se suprime la representación que mostraba a todos los átomos agrupados formando un conjunto único. Se tomó tal resolución pues no se daba una variedad de opciones para un agrupamiento de todos los átomos.

Consideramos que no hubiese sido correcto asimilar tales opciones a aquellas que los alumnos (en las entrevistas personales) sugerían para la formación de moléculas.

Se decide cambiar el término “transformación espontánea” por reacción química, de modo que el enunciado fuese similar a la opción “b” de pregunta 2 pues la presente, en el nuevo ordenamiento se colocaría a continuación de las cuatro primeras demandas.

Esto se hizo así pues todas, de diferente modo, focalizaban la cuestión del enlace químico entre átomos de un mismo elemento de identidad desconocida.

En forma similar a lo que se hizo en la pregunta 2 se decidió cambiar “el estado final de tal sistema” por “la mejor representación de tal sistema”, no porque la palabra estado final sugiriese un cambio de estado de agregación, cosa que quedaba descartada al plantear que el sistema evolucionaba merced a una reacción química sino porque la palabra representación aludía de mejor modo a que el dibujo no era una copia fiel de la realidad. Simplemente era un esquema acorde a las ideas sustentadas actualmente sobre una unión química.

Luego de la lectura del S.I. se acuerda colocar un apartado a fin que el alumno explique la opción elegida. Ello para tratar de aclarar si lo que los investigadores consideran sobre cada una de las opciones coincide con lo que considera el alumno.

No se realizan más correcciones al cuestionario; la pregunta queda en el T.I., que se utilizó para evaluar al Grupo B tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

La opción más acorde a las ideas de los científicos es la “c” ya que allí aparece una reestructuración de la nube electrónica y los núcleos están más cercanos, aunque esto último sólo se pueda advertir luego de una observación cuidadosa.

Quienes elijan la opción “a”, creemos que sustentan la idea de que los átomos al unirse por enlace químico se acercan hasta estar muy juntos; pero nada en ellos sufre una reestructuración. Como si la repulsión entre cargas del mismo signo (electrones entre sí, núcleos entre sí) y la atracción entre cargas de diferente signo no tuviese influencia alguna en tal hecho.

Probablemente estos alumnos no desconozcan la existencia de partículas cargadas en el átomo, y los tipos de interacción entre cargas ya especificados. Pero aparentemente, y si lo antedicho fuese cierto, cada uno de esos conocimientos pareciese formar parte de estructuras o redes conceptuales diferentes con poca o ninguna relación entre si.

Quien opta por la opción “b”, en cambio creemos que piensa en una reestructuración profunda de los dos átomos unidos por enlace químico. Considera que se modifica la nube electrónica y la distancia entre los núcleos. Pero, sigue existiendo divergencia entre sus concepciones y las de los científicos; ya que estos no consideran que luego de una reacción química los núcleos se unan.

Ello es impensable para una reacción química común. Entendemos por ello una reacción química distinta de un proceso de fusión nuclear, dado que en este caso los núcleos mismos habrían sufrido una reestructuración, por lo que su representación no debería dejar la idea de que están como pegados (tal y como se ve en la opción “b”).

De todos modos no creemos que por la mente de nuestro alumno pase la consideración de una reacción de tal tipo.

En cuanto a la opción “d”, quien la elige parece pensar que en una reacción química dos núcleos se unen para formar uno sólo con una nube electrónica única en torno a él. En otras palabras, de dos átomos se forma uno sólo luego de una reacción química.

Tal explicación se podría considerar si quien la sustenta piensa en una reacción de fusión nuclear aunque ello no se sugiere en el enunciado, y por otro lado, de ser un proceso de tal tipo deberían aparecer en la representación algunas partículas subatómicas liberadas en el mismo.

Como ya expusimos más arriba no creemos que tales ideas sean las que considera el alumno. De hecho los diálogos transcritos no dejan dudas que cuando los alumnos hablaban de posibles uniones de núcleos no estaban haciendo referencia a reacción nuclear alguna.

Quizá haya trasladado a la representación microscópica de la estructura de unión por enlace químico entre dos átomos conceptos aplicables a nivel macroscópico; y al extrapolar a nivel microscópico el concepto de que, cuando dos átomos se unen para formar una sustancia ésta tiene propiedades diferentes de las de los átomos por separado, considere que en su estructura nada preexiste de la anterior configuración.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas
--

<u>Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación</u> <u>Pregunta 4</u>
--

“Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál o cuáles de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?”

(para consultar los esquemas que se mencionan ver *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*).

El objetivo de la pregunta es determinar qué idea tienen los alumnos sobre el estado final que alcanza un sistema formado por átomos de dos tipos diferentes (lo que en química entendemos por átomos de elementos distintos) luego que ocurre una transformación espontánea del mismo.

La cuestión se plantea en un plano abstracto ya que no se indica la identidad de tales átomos.

De hecho el propósito del presente punto, así como también la justificación de las características del planteo, son idénticas a las expuestas al analizar la pregunta 1 por lo cual no se realizará un examen detallado de la misma.

Tanto la pregunta 4 como las preguntas 5, 6.1, 6.2 y 6.3 son duplicado de las propuestas 1, 2, 3.1, 3.2 y 3.3 pero frente a un sistema formado por átomos de dos elementos diferentes, identificados para el caso como A y B.

Ello se consideró necesario pues, si las concepciones de los alumnos son en parte función del contexto en que razona, era útil investigar si había o no diferencias entre lo que consideraban los estudiantes frente al primer grupo de cuestiones (pregunta 1, 2, 3.1, 3.2 y 3.3) respecto de sus opiniones frente al segundo grupo (pregunta 4, 5, 6.1, 6.2 y 6.3).

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. la pregunta aparece en distinto orden que en el cuestionario final. El ítem estaba redactado como sigue:

“Suponiendo que tuvieses un sistema como el de la figura 1 donde a representa a átomos de un elemento y b a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál crees que sería el estado final a que llegaría?”

(para consultar los esquemas a que se hace referencia ver P.I. que figura en el *Apéndice III*).

De la lectura de tal intento se decide que la redacción de tal pregunta sea igual a la de la pregunta 1, con lo cual se modifica todo el texto de la misma.

En cuanto a los esquemas, si bien se opta por mantener el número de átomos de A y B se decide separarlos en el dibujo que figura como sistema 1 en el P.I. para favorecer la idea que cuando estos se ponen en contacto el sistema evoluciona hacia uno de los estados finales propuestos.

El ítem en cuestión queda como sigue en el S.I.

“Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál o cuáles de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?”

(para consultar los esquemas a que se hace referencia ver S.I. que figura en el *Apéndice III*).

En la lectura del S.I. se decide disminuir el número de átomos representados, tal como se hizo con la pregunta 1 y dejar, por tanto, seis átomos.

Para identificar claramente cuál es la respuesta se agrega un apartado con línea de puntos a fin que el alumno la coloque allí.

Si bien esta última pudiera parecer una trivialidad, a la hora de tabular las encuestas, evita confusiones. A los alumnos los deja libres de dedicarse exclusivamente a responder las preguntas del cuestionario pues si no invariablemente consultan sobre como marcar la respuesta que creen correcta. Índice que se distraen de las cuestiones fundamentales para la investigación debido a estos detalles menores.

El enunciado de la pregunta queda del siguiente modo en el T.I.:

“Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál o cuáles de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?”

No hay consultas de parte del segundo grupo de alumnos que se somete al test (Grupo B), ello nos induce a dejar sin mayores modificaciones al ítem en cuestión, el que figura en el T.I. tal y como está en el *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

La respuesta correcta a la pregunta sería una opción por ambos estados finales, “a” y “b”.

Una opción por alguno de los dos estados finales en forma individual sería una respuesta parcialmente correcta.

En cuanto al razonamiento que suponemos realiza el alumno si elige la opción “a”, donde en el estado final los átomos aparecen agrupados formando pares, de utilizar una deducción correcta podría pensar en la representación de una sustancia compuesta que forma moléculas diatómicas (como las de CO, NO, etc.)

Si elige la opción “b”, donde los átomos en el estado final aparecen agrupados formando un conjunto único, razonando correctamente podría pensar en la representación de un cristal covalente como el cuarzo o el nitrato de boro, aunque la estructura dibujada en modo alguno coincida con lo que pudiera ser la representación de dichos compuestos.

También podría considerar que se trata de moléculas poliatómicas de sustancias compuestas como el SO₂ o el H₂O. Ello pese a que el número de átomos representados no coincide con ninguno de los ejemplos citados.

Otra suposición correcta frente a la opción “b” sería que ocurrió un proceso físico donde hubo un cambio de estado de agregación y un pasaje de un estado menos condensado a un estado más condensado de dos sustancias simples y monoatómicas. Ejemplos de cambios de este tipo serían el pasaje del estado líquido al sólido (solidificación); del estado gaseoso al líquido (condensación) y del estado gaseoso al sólido (deposición).

La pregunta 4 se relaciona estrechamente con la pregunta 5 ya que en ésta se pide una aclaración sobre si considera la transformación ocurrida en la pregunta 4 el resultado de un proceso físico o de un proceso químico (aunque sin utilizar exactamente estos términos).

De hecho la pregunta 4 nos da una idea sobre si el alumno concibe todas las posibilidades frente a la situación planteada o mantiene una visión parcial. Pero su valoración completa sólo se puede realizar al considerarla en forma conjunta con la pregunta 5 pues no se puede especular qué razonamiento utilizó, sin saber, siquiera, si considera ocurrió un proceso físico o químico.

Por otra parte no necesariamente todos los pares de opciones pregunta 4-pregunta 5 resultan correctas desde la estructura de conocimientos de la Química, por tanto, ciertas duplas, que consideradas en forma separada no indican nada en particular, pudieran corresponder a concepciones alternativas del alumno si se las considera en forma conjunta.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 5

“¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno a la representación final (o las representaciones finales) que elegiste? (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Cambio de estado de agregación. ¿Cuál cambio?.....*
- b- Enlace químico.*
- d- Otra cosa (acláranos por favor qué).....*

Esta cuestión tiene una relación directa con la pregunta 4 pues se solicita que el alumno aclare qué cree que sucedió para que se produzca el pasaje espontáneo esquematizado en la pregunta anterior.

Nuevamente, como en la pregunta 4, se pretende saber qué posibilidades concibe quien responde.

Recordemos que una de las tendencias evolutivas aceptadas, al menos por muchos de los autores que tratan el tema del desarrollo cognitivo, es “el pasaje paulatino de lo real a considerar también lo posible” (Flavell, 1985). Quien hubiese alcanzado un desarrollo propio de la adolescencia y la edad adulta, poseyendo un pensamiento lógico formal respecto a los contenidos específicos de química, debiera pues, ser capaz de discernir sobre qué hipótesis son viables para el caso. Quien no, seguramente tendrá

La respuesta que se espera es una elección doble por las alternativas “a” y “b”, acompañando a la primera de una explicación que indique que el cambio considerado corresponde al pasaje de un estado menos condensado a uno más condensado. Por ejemplo: gas a líquido; gas a sólido o líquido a sólido (aunque la última de las alternativas no sería del todo correcta en razón de que la figura 1 de la pregunta 4 no parece corresponder a la representación de un líquido).

La elección de una sola de las alternativas es una respuesta parcialmente correcta, al menos desde el punto de vista termodinámico y tal y como está planteada la cuestión.

Si elige sólo la alternativa “b” no ha imaginado la posibilidad de un cambio de estado de agregación.

Si elige sólo la alternativa “a” el alumno no concibe una reacción química entre átomos de dos elementos distintos, al menos en las condiciones en que se plantea la pregunta.

En cuanto al análisis conjunto de las preguntas 4 y 5 a continuación en el **Cuadro 4** se han dividido los pares de respuestas posibles en diferentes categorías para una mejor identificación. Posteriormente se incluye una explicación sobre qué consideramos podría significar cada una de ella

CUADRO 4

Categorías	Pregunta 1	Pregunta 2
Categoría 1	a y b	a y b
Categoría 2	a y b	B
Categoría 3	A	B
Categoría 4	B	B
Categoría 5	B	a y b
Categoría 6	A	a y b
Categoría 7	B	A
Categoría 8	a y b	A
Categoría 9	A	A

Categoría 1: el alumno concibe toda la gama de alternativas frente al hecho propuesto, aunque nada se puede asegurar respecto a si realmente piensa que:

- para las alternativas 1-a y 1-b es correcto considerar que un enlace químico sea causa del estado final propuesto.
- sólo frente a la alternativa 1-b es correcto suponer que la evolución del sistema se debe a un cambio de estado de agregación.

Categoría 2: el alumno no ha considerado la posibilidad de un cambio de estado de agregación pero correctamente ha tenido en cuenta que a los estados finales “a” y “b” de pregunta 1 se puede arribar por el enlace químico entre los átomos. Probablemente conciba la formación de moléculas biatómicas y cristales covalentes entre átomos de elementos distintos, aún cuando no se indique la identidad de los mismos.

Categoría 3: el alumno no ha analizado la posibilidad de un cambio de estado de agregación. Tiene en cuenta que un enlace químico puede llevar al estado final 1-a, pero no ocurre lo mismo respecto al estado final 1-b. Posiblemente conciba la formación de moléculas biatómicas entre átomos de elementos distintos; pero en el mismo contexto no imagina la formación de cristales covalentes.

Categoría 4: el alumno no ha analizado la posibilidad de un cambio de estado de agregación. Tiene en cuenta que un enlace químico puede llevar al estado final 1-b pero no ocurre lo mismo respecto al estado final 1-a. Posiblemente conciba la formación de un cristal covalente; pero en igual contexto no imagina la formación de moléculas diatómicas entre átomos de elementos distintos.

Categoría 5: el alumno ha analizado que tanto la posibilidad de un cambio de estado de agregación como la de un enlace químico entre átomos de elementos distintos puede llevar al estado final 1-b, pero no considera lo mismo respecto al estado final 1-a. Posiblemente conciba la formación de cristales covalentes pero no la formación de moléculas diatómicas en el mismo contexto.

Categoría 6: el alumno ha analizado tanto la posibilidad que ocurra un enlace químico entre los átomos como que se verifique un cambio de estado de agregación pero incorrectamente relaciona este último acontecimiento con el estado final 1-a. Probablemente conciba la formación de moléculas diatómicas por enlace químico entre los átomos, pero aparentemente cree que también un cambio de estado de agregación puede conducir a las mismas, hecho éste inconsistente con las actuales ideas de la Química.

Categoría 7: el alumno no contempla la posibilidad que ocurra un enlace químico entre átomos de elementos distintos, al menos en el contexto planteado. La única posibilidad evidente para él es un cambio de estado de agregación, el que correctamente relaciona con la configuración 1-b

Categoría 8: el alumno no contempla, en el contexto dado, la posibilidad que ocurra un enlace químico entre los átomos de elementos distintos. La única posibilidad evidente para él es un cambio de estado de agregación. Pero la respuesta, aparentemente correcta, se invalida pues cree que tal cambio de estado de agregación puede llevar a los átomos a unirse por pares, hecho inconsistente con las actuales ideas de la Química.

Por otra parte tanto el estado inicial como el estado final predicho se corresponden con las representaciones que los químicos hacen de las sustancias cuando se encuentran en estado gaseoso.

Categoría 9: el alumno no contempla, en el contexto dado, la posibilidad que ocurra un enlace químico entre los átomos de elementos distintos. El cambio de estado que predice es inconsistente desde las actuales ideas de la Química por las mismas razones expuestas en la categoría 6.

Aclaración

Aquellos alumnos que en la pregunta 4 no toman la opción “b” (enlace químico) saltan las tres preguntas que se analizan a continuación: 6.1, 6.2 y 6.3.

Las mismas requieren que quien responde dé precisiones sobre el enlace químico que creen ocurrió y, por tanto, no se consideró conveniente forzar a responder a quienes no concebían la existencia de tal enlace químico.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas
<u>Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación</u> <u>Pregunta 6.1</u>

- “En el enlace que tú crees ocurrió en 5-b (marca con una cruz la respuesta correcta)*
- a- Los átomos de A y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.*
 - b- No es necesario que los átomos de A y B adquieran cargas para unirse.*
 - c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de a y B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.*

Esta pregunta tiene una relación directa con las preguntas 4 y 5 pues se solicita al alumno que aclare diferentes puntos respecto al enlace químico que el mismo predijo ocurre entre los átomos que se representaron en la figura 1 de la pregunta 4.

El objetivo de la misma es determinar qué idea tienen los estudiantes sobre el tipo de enlace (iónico o covalente), que ocurre entre átomos iguales de identidad desconocida.

En la valoración se deben tener en cuenta las configuraciones finales propuestas en la pregunta 4, pues en referencia a dichas representaciones se pide al alumno que elija entre las diferentes opciones de respuesta.

En cuanto a la estructura de la cuestión y las alternativas de respuesta éstas son idénticas a las propuestas en la pregunta 3.1 dado que otro de los propósitos de la presente es determinar las diferencias o no del razonamiento seguido por los alumnos cuando el escenario en que se plantea la demanda involucra átomos de un mismo elemento o átomos de elementos distintos.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. tal pregunta no aparece. Luego de su lectura, cuando se decide dar tanto a la pregunta 4 como a la pregunta 5 formas similares a las preguntas 1 y 2, se considera que sería conveniente continuar la evaluación de tal sistema con una pregunta que guarde un parangón con la cuestión 3.1. Siguiendo el modelo de ésta se redacta el ítem en cuestión, que en el S.I. aparece del siguiente modo:

“En tal enlace:

- a- Los átomos de A y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.*
- b- No es necesario que los átomos de A y B adquieran cargas para unirse.*
- c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de A y B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.”*

De la lectura que se realiza del S.I. se considera conveniente aclarar que el enlace a que hace referencia la pregunta ocurrió en el sistema que se presentó en la pregunta 4, de modo que al responder el alumno tuviera claro que debía relacionar el enlace con los esquemas que representaban las partículas unidas.

Se agrega un apartado donde se pide al alumno que marque con una cruz la respuesta correcta por razones similares a lo que se hizo en otras preguntas.

En el T.I. el ítem queda como sigue:

- “En el enlace que tú crees ocurrió en 5-b: (marca con una cruz la respuesta correcta)*
- a- Los átomos de A y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.*
 - b- No es necesario que los átomos de A y B adquieran cargas para unirse.*
 - c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de A y B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.*

Cuando se utilizó el cuestionario para evaluar a los alumnos del Grupo B no hubo consultas respecto al ítem. De todos modos en una lectura posterior del mismo se decide separar más las distintas opciones de respuesta pues se considera que así se ganaría en claridad.

En el C.I., con esta leve modificación, la pregunta aparece tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

La opción correcta a la cuestión planteada, si se consideran las representaciones correspondientes, es la “b”, donde los átomos enlazados no se han transformado en iones para unirse.

Tal opción permitiría especular que el alumno piensa en un enlace de tipo covalente. En el mismo dos átomos de elementos distintos podrían unirse para formar una molécula diatómica (como CO, NO, etc.). Esta interpretación se podría aplicar a la opción “a” de la pregunta 4.

O bien varios átomos de elementos distintos se unirían para formar un cristal covalente (como el cuarzo). Tal interpretación se podría aplicar a la representación “b” de la pregunta 4.

Tanto la opción “a” como la “c” son incorrectas.

La primera porque si bien el estado actual de los conocimientos en Química permite concebir de modo lógico que dos o más átomos de elementos distintos se transformen en iones de diferente signo al unirse por enlace químico la propuesta indica que ésta es la única posibilidad de enlace concebida y ello no se compadece con las sustancias que formadas por átomos de elementos distintos poseen enlaces covalentes (CO, CH₄).

La segunda porque no es en absoluto imprescindible, si se tiene en cuenta las representaciones propuestas como estado final del sistema, conocer la identidad de los átomos que participan para saber que no necesariamente se transforman en iones de signo contrario al unirse por enlace químico.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas
<u>Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación</u>
<u>Pregunta 6.2</u>

“¿Crees que para que el enlace químico de tales átomos se produzca es absolutamente necesaria alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Chispa eléctrica.
 - b- Calentar.
 - c- Ionizar.
 - d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.
 - e- Nada.
 - f- Otros (acláranos qué debería pasar).....
- Explícanos con tus palabras tu respuesta.....

La pregunta tiene un doble objetivo. Por un lado se pretende averiguar si los alumnos comparten con los expertos en química la idea sobre que representa un proceso espontáneo. Por otro lado, de no poseer una concepción acorde con las ideas de la comunidad científica sobre que es un proceso espontáneo, se desea investigar qué condiciones consideran necesarias para que se produzca el enlace químico entre átomos de elementos distintos.

O, dicho de otro modo, cuáles son las condiciones que consideran imprescindibles para que el sistema de la pregunta 4 evolucione debido a una reacción química.

Dado que la presente cuestión es idéntica a la pregunta 3.2, un propósito adicional es determinar si ante contextos distintos (unión de átomos de un mismo o de diferentes elementos) los razonamientos expuestos por los alumnos son o no similares.

Esta pregunta, al igual que las anteriores, se ha planteado en un plano abstracto (para evaluar los fundamentos de tal decisión ver la justificación de la misma que se hizo en el análisis de la pregunta 1).

La presente cuestión se relaciona con las preguntas 6-1, 5 y 4 pues la “unión de átomos” a la que se hace referencia es el enlace químico que el mismo alumno ha predicho ocurrió en el sistema de la pregunta 4.

Se reitera que quienes en la pregunta 5 no hacen la opción de respuesta que indica como causa de la evolución del sistema una reacción química (opción “b”) no responden la pregunta 6-2.

Debido a que en la pregunta 3.2 se discutió cual era el fundamento de plantear la cuestión tal y como está no se considera necesario repetirlo en la presente pregunta.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. tal pregunta no aparece. Luego de su lectura, cuando se decide dar tanto la pregunta 4 como la pregunta 5 formas similares a las preguntas 1 y 2, se considera conveniente continuar la evaluación de tal sistema con una pregunta que guarde un parangón con la cuestión 3.2. Siguiendo el modelo de ésta se redacta el ítem en cuestión, que en el S.I. aparece del siguiente modo:

¿Crees que para que el enlace químico de tales átomos se produzca es imprescindible alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál.

- a- Chispa eléctrica.
- b- Calentar.
- c- Ionizar.
- d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.
- e- Nada.
- f- Otros (acláranos qué debería pasar).....

Explícanos con tus palabras tu respuesta.....

Luego de su lectura se decide agregar una indicación para que los alumnos marquen con una cruz su respuesta por las mismas razones expuestas en otras preguntas.

Después de evaluar al Grupo B con el T.I., y debido a consultas de alumnos sobre que significaba “imprescindible”, se decide modificar tal expresión por “necesaria” de modo de lograr mayor claridad; con ese fin se deja más espacio entre las distintas opciones de respuesta.

Cuando se efectúa una lectura del C.I. se considera añadir al término “necesario” alguna otra expresión que refuerce la idea de que tal condición, para que los átomos se unan por enlace químico, es imprescindible. Optamos por redactarlo del siguiente modo: “absolutamente necesario”. Se cree que así sería más evidente el sentido que pretenden darle los investigadores a la cuestión.

No se realizan más modificaciones al ítem de modo que finalmente queda como sigue en el *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

Teniendo en cuenta la relación existente entre esta pregunta y la pregunta 4, donde se aclara específicamente que el proceso (que el mismo alumno señaló como una reacción química) sucede en forma espontánea, la respuesta correcta es la “e” (nada).

Por otra parte el alumno conoce procesos donde en forma espontánea se unen átomos de elementos distintos para formar moléculas diatómicas como el caso del CO, NO, etc. Tiene pues fundamentos a partir de los cuales generalizar tal hecho a átomos desconocidos de los elementos A y B.

Cualquiera de las otras opciones indicaría que o bien el alumno no ha tomado en cuenta la relación entre la pregunta 6-2 y la pregunta 4; o no hay una correlación entre sus ideas y las de los científicos respecto a qué es un proceso espontáneo.

En cuanto a la condición que elija, obviando la “e”, se espera aclarar más su decisión tomando en cuenta la explicación que el mismo realice de su elección. Por ello no se especula sobre que podría significar cada una de ellas y nos remitimos para su análisis a las explicaciones de los alumnos.

Como ya se indicara existe cierta relación con la pregunta 3-2, donde se plantea un caso similar pero en un enlace químico entre átomos de un mismo elemento.

Se espera aclarar, en un análisis conjunto de las respuestas a ambas preguntas, si los alumnos sostienen o no las mismas ideas frente a ambos casos o si en función del contexto modifican su respuesta.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 6.3

“Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo);Cuál crees tú que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?”

(para consultar los esquemas que se mencionan ver el *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*)

Si bien la pregunta sigue profundizando sobre las ideas que sustentan los alumnos frente a la unión entre átomos de dos elementos distintos, no hay una dependencia tan marcada entre esta cuestión y las anteriores. Tal afirmación se basa en el hecho de que los investigadores dan por sentado, en la presente pregunta, que se ha consumado una reacción química y los átomos se han unido por pares en lo que podría interpretarse como moléculas diatómicas. Al menos eso es lo que sugieren las representaciones que se presentan a los alumnos.

De todos modos se optó por que, quien no hubiese concebido frente a la pregunta 5 un enlace químico, salte la presente cuestión.

El fundamento de dicha decisión es que la configuración inicial que se presenta y las configuraciones finales propuestas no son otra cosa que la configuración inicial y la opción “a” de la pregunta 4 representadas a nivel microscópico. No pareció, pues, oportuno colocar al alumno frente a un escenario que él previamente había descartado.

El objetivo de la pregunta es determinar qué concepción tienen los alumnos, a nivel microscópico, de la estructura que adquieren átomos de elementos distintos cuando se enlazan químicamente formando pares, lo que para cualquier químico sería la estructura microscópica de una molécula diatómica de una sustancia compuesta.

La cuestión, como se hizo en las preguntas anteriores, se plantea en un plano abstracto; la justificación de tal decisión es la misma ya expuesta cuando se discutió la pregunta 1.

Dado que la presente es en todo similar a la pregunta 3.3 nos remitimos a esta para la justificación de su estructura y opciones de respuesta.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. tal pregunta no aparece. Luego de su lectura, cuando se decide dar tanto la pregunta 4 como la pregunta 5 formas similares a las preguntas 1 y 2, se considera conveniente continuar la evaluación de tal sistema con una pregunta que guarde un parangón con la cuestión 3.3. Siguiendo el modelo de esta se redacta el ítem en cuestión, que en el S.I. aparece del siguiente modo:

“Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo). ¿Cuál crees tú que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?”

(para consultar los esquemas a que se hace referencia ver S.I. que aparece en *Apéndice III*).

De las representaciones que figuran en el S.I. se suprimen dos de ellas, donde se intentaban esquematizar iones, ya que en la pregunta 3.3 no figuraba ninguna similar. También se agrega un apartado de modo que el alumno tuviera la opción de dibujar aquel esquema que juzgase correcto si ninguno de los que se le mostraban lo satisfacía. También se decide separar las opciones de respuesta de modo que resulten más claras y poder así agrandar los esquemas.

La pregunta queda así con cuatro representaciones gráficas como sigue:

“Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo). ¿Cuál crees tú que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?”

Si crees que ninguna de estas opciones corresponde a una respuesta correcta haz tu propia representación y explícala.

(para consultar las representaciones a que se hace referencia ver T.I. que figura en el *Apéndice III*).

En la lectura del C.I. se opta por no hacer modificaciones al ítem en cuestión.

Luego de aplicarlo al GI y GII se considera acercar aún más en el esquema b los núcleos representados, de modo que ello resulte evidente a simple vista cuando se lo compare con la

representación a. Con esa modificación la pregunta queda tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que figura en el *Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

La opción más acorde a las ideas de los científicos es la “c”, ya que allí aparece una reestructuración de la nube electrónica y los núcleos están más cercanos, aunque esto último sólo se pueda advertir luego de una observación cuidadosa.

Quienes elijan la opción “a”, creemos que sustentan la idea de que los átomos al unirse por enlace químico se acercan hasta estar muy juntos; pero nada en ellos sufre una reestructuración, como si la repulsión entre cargas del mismo signo (electrones entre sí, núcleos entre sí) y la atracción entre cargas de diferente signo no tuviese influencia alguna en tal hecho.

Probablemente estos alumnos no desconozcan la existencia de partículas cargadas en el átomo, y los tipos de interacción entre cargas ya especificados. Pero aparentemente, y si lo antedicho fuese cierto, cada uno de esos conocimientos pareciese formar parte de estructuras o redes conceptuales diferentes con poca o ninguna relación entre sí.

Quien marca la opción “b”, en cambio, creemos que piensa en una reestructuración profunda de los dos átomos unidos por enlace químico. Considera que se modifica la nube electrónica y la distancia entre los núcleos, pero sigue existiendo divergencia entre sus concepciones y las de los científicos, ya que estos no consideran que luego de una reacción química los núcleos se unan.

Ello es impensable para una reacción química común, entendemos por ello una reacción química distinta de un proceso de fusión nuclear, dado que en este caso los núcleos mismos habrían sufrido una reestructuración, por lo que su representación no debería dejar la idea de que están como pegados (tal y como se ve en la opción “b”).

De todos modos no creemos que por la mente de nuestro alumno pase la consideración de una reacción de tal tipo.

En cuanto a la opción “d”, quien la elige parece pensar que en una reacción química dos núcleos se unen para formar uno sólo con una nube electrónica única en torno a él. En otras palabras, de dos átomos se forma uno sólo luego de una reacción química.

Tal explicación se podría considerar si quien la sustenta piensa en una reacción de fusión nuclear aunque ello no se sugiere en el enunciado, y por otro lado, de ser un proceso de tal tipo deberían aparecer en la representación algunas partículas subatómicas liberadas en el mismo.

Como ya expusimos más arriba no creemos que tales ideas sean las que considera el alumno. De hecho los diálogos transcritos no dejan dudas de que cuando los alumnos hablaban de posibles uniones de núcleos no estaban haciendo referencia a reacción nuclear alguna.

Quizá hayan trasladado a la representación microscópica de la estructura de unión por enlace químico entre dos átomos conceptos aplicables a nivel macroscópico. Al extrapolar en el ámbito microscópico, el concepto de que cuando dos átomos se unen para formar una sustancia ésta tiene propiedades diferentes de los átomos por separado, consideren que en su estructura nada preexiste de la anterior configuración.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 7

“El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el ioduro de plomo II ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal? (marca con una cruz la opción correcta)

- a- *Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.*
- b- *Al unirse van a completar cada uno su octeto.*
- c- *Forman una red cristalina iónica.*
- d- *Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.”*

El objetivo de la pregunta es determinar qué idea tiene los alumnos sobre las causas de la formación de un enlace iónico.

Salvo la opción “c” las demás fueron recogidas de los comentarios de los propios alumnos en las entrevistas semiestructuradas.

El tema de la causalidad de un enlace químico resultó en general fuente de dudas lo cual quedó reflejado en las transcripciones de las entrevistas que se pueden consultar en el Apéndice II.

Muy pocas veces, al hacer referencia al mismo, consideraban que era la mayor estabilidad de los productos frente a los reactivos la causa determinante de la unión. En general recurrían a explicaciones que tomaban en cuenta sólo parte de la realidad, o a justificaciones teleológicas o finalistas.

Ejemplo de esto último es el siguiente diálogo. El mismo se desarrolla al discutir con una alumna el enlace que ella había predicho ocurría al formarse una molécula de oxígeno.

1193Entrevistador: ¿Alguna idea de por qué se unirían, de por qué ocurre eso?

1194Alumna: Y, por... para formar un producto. Por ejemplo el carbono cuando se une con cuatro átomos de hidrógeno y forma el metano, ahí están reaccionando para formar un producto.

1195Entrevistador: ¿O sea, que la formación del producto sería como el motor de esa unión?

1196Alumna: Claro, o sea, el objetivo de que se unan para formar ese producto.

Si bien la sustancia a la que la alumna se refiere tiene poco que ver con aquella que se utiliza en la pregunta, creemos que bien puede aplicar los mismos conceptos a otro tipo de compuestos.

La sustancia que se coloca como modelo para analizar en el ítem que se discute es una sal inorgánica neutra. Un haluro del yodo y un metal, el plomo.

De los dos haluros que puede formar el yodo con el metal, en la pregunta se hace referencia al compuesto de plomo (II), dado que se deseaba enfocar una sustancia iónica.

En el caso de un metal con distintos estados de oxidación posibles, los haluros de baja valencia tenderán a ser iónicos mientras los de estados de oxidación más elevados tenderán a ser covalentes.

Por otra parte los compuestos de plomo (II) son mucho más estables que los de plomo (IV).

La sustancia en cuestión es el yoduro de plomo (II). Dicho compuesto es reconocido como una sustancia iónica y a temperatura ambiente es sólida.

Se podría argumentar que nada se dice sobre la temperatura en el ítem. Pero sucede que en general, cuando no se nos informa nada y se nos habla de una sustancia, tendemos a imaginarla en el estado en que normalmente hemos tomado contacto con

ella. Y ese estado de agregación corresponde al que posee la sustancia a temperatura ambiente.

Pensemos si no en qué nos representamos mentalmente cuando se nos dice la palabra agua u oxígeno. Claramente imaginamos, respectivamente, un líquido y un gas, aunque nada impediría que nos estuviésemos refiriendo a ambas a una temperatura de -3°C en cuyo caso el agua sería un sólido.

En cuanto a los compuestos iónicos sólidos, que son los que nos ocupan en esta pregunta, la formación de los mismos depende del valor de la energía de ionización y afinidad electrónica de los elementos involucrados. Estas importantes cantidades ayudan a predecir cuáles elementos son los más adecuados para formar compuestos iónicos, pero no informan del proceso total. El aporte es limitado debido a que ambos procesos, tanto el de ionización como el de aceptación de los electrones, están definidos en fase gaseosa. En el estado sólido, el ambiente es muy diferente dado que cada catión se encuentra rodeado de un número específico de aniones y viceversa. En consecuencia, la estabilidad global del compuesto iónico sólido depende de las interacciones de todos los iones y no sólo de un catión y un anión. Una medida cuantitativa de la estabilidad de cualquier sólido iónico es su energía reticular, que se define como la energía requerida para separar completamente un mol de un compuesto sólido iónico en sus iones en estado gaseoso.

Cuando se elaboró la respuesta que consideramos como correcta para la pregunta se tuvo en cuenta esta explicación.

Así, y pese a que en la formación de un compuesto iónico tiene importancia la atracción, que se puede calcular por la Ley de Coulomb, entre los cationes y los aniones, dicho compuesto se estabiliza al pasar a formar parte de una red cristalina iónica.

Aclarado este punto discutiremos el origen de las demás opciones de respuesta, lo cual también servirá de fundamento a la decisión de construir una pregunta como la presente.

La primera opción establece como una propiedad la atracción entre el plomo (un metal) y el yodo (un no metal), algo que no necesita de mayor explicación. Por tanto, tampoco requiere que el alumno ponga en juego el resto de sus conocimientos referidos a los átomos, los iones y las fuerzas que sobre ellos se ejercen. Es en definitiva una explicación que insume del alumno un mínimo esfuerzo cognitivo pues no se establecen relaciones con el resto de los conceptos que pudiera poseer.

El fundamento para colocar una proposición de este estilo es el hecho de que muchos alumnos las utilizan en sus explicaciones, tal y como surge del siguiente diálogo.

Entrevistador (hace al alumno la pregunta 2 del Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas, donde se le interroga qué cree que ocurrió para que se formara cloruro de sodio a partir de sus elementos)

859Alumno: *El átomo de cloro se unió con el átomo de sodio para formar esta sal.*

860Entrevistador: *¿Y cómo se unió?*

861Alumno: *A través de esos átomos. Era lo que estaba acá de esto que si yo tenía un elemento de este lado de la tabla y uno de este se podían unir y formar una sal.*

862Entrevistador: *¿Y cómo se hace esa unión?*

863Alumno: *¿A través de qué?*

864Entrevistador: *Sí.*

865Alumno: *Y a través de la afinidad que tenía este átomo. Este tiene más capacidad de atraer elementos hacia él para que se unan y formar la sal.*

866Entrevistador: *¿Tiene algo que ver la estructura interna de los átomos en estas uniones o no?*

867Alumno: *No sé. Sé que es una propiedad de esto que tiene más afinidad de atraer los elementos de este lado de la tabla (indica la izquierda de una tabla periódica)*

La segunda opción de respuesta, “b”, se relaciona con la regla del octeto que formulara Lewis expresando que: *“un átomo diferente del de hidrógeno tiende a formar enlaces hasta que se rodea de ocho electrones de valencia”*

La referida regla se aplica a sustancias que se unen por enlace covalente, principalmente a los elementos del segundo período.

Los alumnos suelen, aparentemente, dar a esta regla el mismo nombre de la justificación que Kossel dio en 1916 a la formación de iones estables: *“por una tendencia que tienen los átomos a ganar o perder electrones para llegar a tener la configuración electrónica de los átomos de un gas noble”* (ser isoelectrónicos del gas noble más cercano en la tabla periódica).

Si bien las estructuras de puntos de Lewis (formados por el símbolo del elemento y un punto por cada electrón de valencia del átomo de un elemento) y la regla del octeto, son útiles y fáciles de aplicar, no indican cómo y por qué se forman los enlaces.

Es por ello que la opción que se presenta aparece como una justificación inadecuada a la pregunta que se formula; sobre todo si se tiene en cuenta el nivel de instrucción de uno de los grupos encuestados.

Su utilidad como *modelos de enlace* en muchos compuestos, y la referencia que de ellas hacen los químicos cuando analizan las propiedades y las reacciones de las moléculas, determinan que sean ampliamente aceptados por los alumnos según muestra el siguiente diálogo.

La conversación se desarrolla luego de mostrar la representación 3-1 al alumno y preguntarle que interpretación hacía de la misma.

552Entrevistador: *Si en las siguientes figuras O y • representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos?*

Figura 3-1

553Alumna: *La molécula de agua.*

554Entrevistador: *Figura 3-2.*

555Alumna: *Son átomos sueltos que tienen las mismas cargas. Porque allá (en la figura 3-1) tienen distintas cargas y eso hace que se unan.*

556Entrevistador: *Aquí (en la figura 3-2) tienen diferente carga y aquí (en la figura 3-1) no. ¿Qué habría pasado para eso?*

557Alumna: *O también puede ser que aquí (en la figura 3-1) tienen incompleto el octeto de Lewis y se unieron para completarlo y aquí (en la figura 3-2) ya está completo de por sí.*

558Entrevistador: *¿Y los átomos se unen para completar ese octeto?*

559Alumna: *Sí.*

560Entrevistador: *¿O sea, que cuando se forma agua en realidad se forma para completar ese octeto?*

561Alumna: *No, y aparte porque hay atracciones, tiene diferentes cargas y eso es lo que hace que se unan.*

Se puede apreciar que el alumno habla en principio de un enlace iónico para los átomos del dibujo 3-1 y que, por otra parte, considera al cumplimiento de la regla del octeto como una de las causas del enlace químico; aunque no la única.

La última opción de respuesta, “d”, hace también referencia a la regla del octeto. Pero por otra parte posee un cierto carácter animista o teleológico, al asignar a uno de los átomos la “misión” de ceder sus electrones. Explicación esta, totalmente alejada de las ideas de la comunidad científica actual.

Tal explicación a la pregunta se inspiró en el siguiente diálogo sostenido con un alumno en el transcurso de una de las entrevistas personales. Se le había hecho la pregunta 1 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que figura en el *Apéndice II*. Al contestar el alumno que los átomos se habían unido, se le solicita explique si existían fuerzas entre los mismos.

887Entrevistador: *¿Y entre esos átomos existen fuerzas?*

888Alumno: *Sí.*

889Entrevistador: *¿De qué tipo son esas fuerzas? ¿Magnéticas?*

890Alumno: *Fuerzas de atracción o de repulsión.*

891Entrevistador: *¿Son de atracción, de repulsión, o puede haber una u otra según como sea la cosa?*

892Alumno: *Según como sea...*

893Entrevistador: *¿En qué caso serían de atracción? Si me dieras algún ejemplo.*

894Alumno: *De repulsión sería en la unión iónica entre un metal y un no metal. El no metal tiende a captar para completar, por lo que los capta y el metal los da por la fuerza de repulsión metal-metal.*

895Entrevistador: *¿Cuándo hablas que los captan, estás hablando de los electrones y vos dirías como que el metal expulsa a los electrones que tiene?*

896Alumno: *Claro.*

897Entrevistador: *Cómo que los rechaza*

898Alumno: *Exacto.*

899Entrevistador: *¿Y ese rechazo también sería para completar el octeto? Al del metal, me refiero.*

¿Cuál sería la causa del rechazo?

900Alumno: *O sea, los rechaza porque no tienen ninguna posibilidad de completarlo. La mayor posibilidad que tienen es al que se los da, que es el que está más cerca de completar el octeto, que es el caso del hidrógeno. Bueno ese no porque completa con dos, pero es el del calcio, y entre el flúor.*

901Entrevistador: *¿O sea, el átomo que tiene menos electrones es el que les da los electrones al otro para que complete el octeto, y el átomo...*

902Alumno: *Claro.*

903Entrevistador: *¿Y el átomo que cede no completa, no importa?*

904Alumno: *No porque cumple dándoselos al no metal.*

Resulta clara la idea expuesta por el alumno en referencia a un enlace iónico tal como el que se propone en la pregunta.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. la pregunta estaba redactada del siguiente modo

“ El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo. ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?

- a- Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.*
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.*
- c- El núcleo del átomo de yodo atrae con mayor fuerza que el de plomo a los electrones de la última capa de éste, finalmente se forman dos iones de distinto signo que se atraen entre sí.*
- d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple cediéndole sus electrones.*

La pregunta se cambia de ubicación, pues se suprimen algunas que figuraban en el cuestionario y se consideraron inadecuadas, por lo tanto queda ocupando el lugar que mantiene en el Cuestionario de Evaluación.

La opción “c”, luego de una lectura detallada, no nos pareció la mejor: era demasiado larga; no se hacía mención de que la sal se estabilizaba al formar una red; no se sugería la existencia de la red pues se mencionaba sólo a dos iones; no parecía ser totalmente consistente con las ideas actuales de la ciencia, etc. Por todo ello se decide sustituirla por la siguiente: *“Forma una red cristalina iónica”*

La opción “d” también se corrige para reforzar la idea animista que subyace en ella, se cambia la expresión *“cumple”* por *“cumple su misión”*.

La pregunta modificada queda como sigue en el S.I.

“ El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo. ¿Por qué estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?

- a- Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.*
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.*
- c- Forman una red cristalina iónica.*
- d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.*

En la lectura del S.I. se advierte que no se colocó a cuál de los haluros del plomo nos referimos en la pregunta por lo que se decide agregar el número de Stoke que lo identifique como yoduro de plomo II.

También se agrega en letra menor una indicación sobre cómo marcar la respuesta correcta.

No se realizan correcciones del T.I., ni hay consultas en el grupo de alumnos que se evalúa con el mismo (Grupo B), por lo que la pregunta queda a partir del T.I. tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*

Análisis de las Respuestas Posibles

La opción correcta es la “c”. El alumno al elegirla no sólo estaría considerando el tipo de enlace que une a los átomos, sino también, que un compuesto iónico en estado sólido no se encuentra como una molécula aislada. Por último la formación de la red cristalina es la causa de la estabilidad de la sustancia, lo que determina que la energía del producto sea menor que la de los reactivos que le dieron origen.

Las demás opciones de respuesta son incorrectas.

Quién elige la opción “a” omite explicar tal unión. Si bien utiliza el concepto de metal y no metal, lo hace en referencia a una propiedad que determina invariablemente la unión de dichas sustancias, sin alusión alguna a la estructura de las mismas. Es una explicación casi mágica y poco adecuada al nivel educativo que transitan los encuestados.

Quien opta por “b” hace uso de la regla del octeto. Ésta se utiliza con los enlaces covalentes y aún para los mismos su aplicación se restringe a ciertos casos. Parece subyacer un carácter finalista en la idea que los átomos “*van a completar cada uno su octeto*”, como si se unieran químicamente con este objetivo o para cumplimentar tal fin.

Por último el alumno que elige la opción “d” no sólo utiliza la regla del octeto, la que se considera inadecuada por las razones antes expuestas, sino que también parece creer dotados a los átomos de un carácter animista al adjudicarle al metal una “*misión*” a cumplir.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 8

La serie de ítems de la pregunta 8 investiga las ideas de los alumnos sobre las moléculas diatómicas de sustancias simples, utilizando el caso concreto de la formación de una molécula de oxígeno.

Se eligió como eje de las preguntas una sustancia ampliamente conocida por alumnos de casi todo nivel educativo, de modo que quien contestase lo hiciese sobre un hecho concreto y lo más cercano posible, dentro del nivel de las ideas que se analizaban, a su vida cotidiana.

Se trata con este planteo de indagar las concepciones de quienes ante la pregunta 2 no consideran posible que ocurra un enlace químico. O bien quienes, considerando posible ante un caso abstracto la ocurrencia de un enlace químico, no concebían que los átomos se agrupasen por pares tal y como ocurre en una molécula biatómica de una sustancia simple.

Otro objetivo de la pregunta es considerar si quienes responden a las preguntas 1 – 2 – 3.1 y 3.2 mantienen sus ideas en distintos contextos (en el caso de las preguntas consideradas un contexto abstracto y en el presente un contexto concreto).

Cada uno de los ítems aborda una cuestión específica referida a la molécula de oxígeno y se tratarán, a continuación, por separado.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación
Ítem 8-a

“Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tachar lo que no corresponda)”

El mismo trata de averiguar si los alumnos consideran una reacción química la formación de una molécula biatómica de oxígeno a partir de los átomos de dicho elemento, o bien piensan en ello como un proceso físico.

Otro objetivo del ítem es considerar si los alumnos mantienen en un escenario concreto las mismas ideas que expresaron al responder las preguntas 1 y 2.

Las razones dadas al abordar el tratamiento de la pregunta 8, los objetivos generales de la misma, y los objetivos específicos del ítem en cuestión indican por qué se hace la pregunta en un plano concreto.

La justificación de colocar como una opción de respuesta *“un proceso físico”* descansa en las conversaciones mantenidas con los alumnos en las entrevistas personales.

De las diecinueve entrevistas sostenidas con los alumnos, en cuatro de ellas, los conceptos vertidos por los mismos respecto al hecho en cuestión eran notoriamente distintos de aquellos aceptados por la comunidad científica.

Los entrevistados mencionados decían o bien no saber que ocurría para que se formara una molécula de oxígeno, o no llegaban a afirmar que se produjese una reacción química, o directamente consideraban que un proceso físico conducía a la citada molécula a partir de los átomos del elemento.

Como ejemplo transcribimos dos diálogos extraídos de tales entrevistas.

402Entrevistador: *El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica. ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?*

403Alumna: *Y se unieron los átomos. Se produjo un enlace.*

404Entrevistador: *¿Y por qué?*

405Alumna: *Porque el oxígeno tiene esas características.*

406Entrevistador: *O sea, que sería como que se unieron para formar una molécula de oxígeno.*

407Alumna: *Claro.*

408Entrevistador: *¿El enlace se formó con la finalidad de formar una molécula?*

409Alumna: *No, los átomos no tienen por qué tener una finalidad. Es el estado natural (imposible de traducir lo que sigue).*

410Entrevistador: *¿Hay una reacción química para formar la molécula?*

411Alumna: *No.*

412Entrevistador: *¿No?*

413Alumna: *No.*

Como se desprende del diálogo la alumna afirma claramente que no hay una reacción química para que se forme una molécula de oxígeno pero tampoco sostiene, como en el diálogo siguiente, que se trate de un proceso físico.

464Entrevistador: *Para que se unan dos átomos de oxígeno y formen una molécula. ¿Hay una reacción química o es un proceso físico?*

465Alumno: *No, no es un proceso físico nomás. Que sé yo, poner una bolita y ponerle otra más adentro de una bolsita y ya está.*

466Entrevistador: *¿No hay lo que ustedes llaman reacciones químicas?*

467Alumno: *No, no.*

Fue notorio en las entrevistas que, ante la pregunta 4 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que figura en el *Apéndice II* (que enfoca el tema de la formación de una molécula de oxígeno) la mayoría brindaba respuestas poco claras. En muchas conversaciones los alumnos afirmaban que era natural que el oxígeno se encontrara así, como si no hubiese nada por explicar.

En la investigación sobre el tema de concepciones alternativas de los alumnos sobre química, Stavridou y Solomonidou (1989), se encontró que al estudiar las interpretaciones que daban alumnos de entre 8 y 17 años a una serie de fenómenos distinguen dos categorías diferenciadas: interpretaciones estáticas, en las que no tienen en cuenta el cambio, e interpretaciones en las que sí se considera el cambio. Dentro de la segunda categoría uno de los criterios de clasificación es el siguiente: cambio natural.

Según describen los citados autores, con ello los alumnos hacen una distinción entre lo que pertenece a la naturaleza, lo natural, y lo que pertenece al ser humano, lo artificial. Cambio físico es, entonces, aquel que sucede por sí mismo en la naturaleza; y cambio químico, aquel que necesita la ayuda del hombre.

Se interpretó que quizá subyacía la misma interpretación en nuestros alumnos cuando hacían uso del término “*natural*”.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. el ítem aparecía en una pregunta aislada y no junto a las opciones que lo acompañan en el *Cuestionario de Evaluación*. Tampoco ocupaba el lugar que ocupa en el mismo, pues era la pregunta número 11-3.

Su redacción era la siguiente

“la unión de dos átomos de oxígeno formando una molécula es un proceso (físico – químico) (tacha lo que no corresponda)

Justamente luego de la lectura del P.I. se decide darle la forma que tiene en el cuestionario definitivo unificando las preguntas 11-2 y 11-3 y agregando dos ítems más que no figuraban entre las propuestas del P.I.

En el S.I. el ítem, que ya formaba parte de la pregunta 8, tenía la siguiente forma

“a- Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tacha lo que no corresponda)

Cuando se leyó T.I. no se consideró necesario realizar correcciones. Luego, al evaluar al Grupo B, no hubo consultas sobre el particular. El ítem entonces figura en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III* tal y como está en el S.I.

Análisis de las Respuesta Posibles

La respuesta correcta es dejar la opción “proceso químico” y tachar la alternativa que indica un proceso físico. Ello es así dado que la identidad de las sustancias que participan en la citada transformación se modifica dando lugar a sustancias diferentes (el oxígeno atómico no tiene idénticas propiedades que el oxígeno molecular). Las unidades microscópicas que intervienen sufren alteraciones y cambian su estructura.

Quien haga la opción inversa probablemente no considere el fenómeno a nivel microscópico, o bien piense que las unidades microscópicas (los átomos de oxígeno) permanecen intactas.

También puede ser que sólo asocie un cambio químico a la desaparición de una sustancia, mientras que en este caso, al no haber desaparición de sustancia alguna, interprete que se trata de un cambio físico. Habría una interpretación basada en propiedades macroscópicas de la materia, sin tener en cuenta las propiedades microscópicas.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Ítem 8-b

“Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente)”

El objetivo de tal ítem es averiguar qué consideran los alumnos que ocurre entre dos átomos de oxígeno para formar una molécula.

Puede que se crea que tal cuestión es resuelta ya en la pregunta anterior, donde se requiere que el alumno decida si la formación de una molécula de oxígeno es un proceso físico o químico. Pero no necesariamente, quien considere que los átomos de oxígeno se enlazan químicamente, crea que eso es un proceso químico o viceversa. Ello según se desprende del primer diálogo transcrito en el análisis del ítem 8-a.

En cuanto a la opción de respuesta *“se enlazan químicamente”* es la adecuada y coherente con considerar que ocurrió un proceso químico.

Las demás alternativas surgieron espontáneamente en los diálogos mantenidos con los alumnos. Y de hecho fue la aparición de tales respuestas, en las entrevistas personales, las que sugirieron la necesidad de incluir un ítem como el que se discute dentro de la encuesta de concepciones alternativas.

La primera posibilidad de respuesta aparece claramente en el siguiente diálogo sostenido con un alumno, en una de las entrevistas personales, al tratar justamente el mismo tema que propone la pregunta 8 (la formación de una molécula de oxígeno).

458Entrevistador: *El oxígeno es una molécula diatómica. ¿Qué crees que pasó para que dos átomos de oxígeno se unan y formen una molécula?*

459Alumno: *Puede ser que se sumaron.*

460Entrevistador: *¿Y cómo se suman? Exactamente...*

461Alumno: *Un átomo de oxígeno y un átomo de oxígeno dan una molécula.*

462Entrevistador: *¿Tiene que pasar algo para que formen una molécula?*

463Alumno: *No, tienen que unirse, nada más. En este caso un átomo de oxígeno y un átomo de oxígeno dan una molécula.*

Supuestamente el oxígeno es una molécula y está constituida por dos átomos. Y tienen que sumarse.

El alumno parece haber trasladado la noción de la forma en que se escribe una reacción química a la interpretación de lo que ocurre entre los átomos para que se verifique la misma.

La segunda alternativa de respuesta se colocó en previsión que alguno de los alumnos pensara, equivocadamente, en un proceso físico de condensación por el cual los átomos pasaran de estar sueltos y dispersos a reunirse por pares. Tal y como algunos de ellos sugirieron ocurría cuando en las entrevistas personales se les formulaba la pregunta 1 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que se puede consultar en el *Apéndice II*.

La última alternativa corresponde a la interpretación de un alumno ante la referida pregunta 1 del cuestionario de entrevistas semiestructuradas.

221 Entrevistador: *En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento.*

¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación? (se muestra el esquema de la pregunta 1).

222 Alumno: *Y que acá dos átomos sueltos, hay que ver si serían iguales, ...*

223 Entrevistador: *Si son todos átomos de X, podemos supones que son iguales.*

224 Alumno: *Bueno, si son todos iguales... y acá se agruparían, sería algo así como el oxígeno.*

Como podemos apreciar el alumno interpreta que tanto los átomos de X como los de oxígeno simplemente se pueden agrupar si bien en la conversación posterior hacía referencia a un enlace químico entre ellos.

El presente ítem se relaciona con el anterior, 8-a, ya que se pretende determinar si la respuesta que dan a cada una de ellos es coherente entre sí.

Por otro lado también se analizarán, en forma conjunta, las respuestas a este ítem y al par de preguntas 1 – 2 dado que una de las situaciones posibles respecto de aquellas era un enlace químico entre dos átomos de un elemento desconocido que conducía a la formación de pares. Estos se podían interpretar (el esquema representado era coherente con ello) como moléculas diatómicas de una sustancia simple en estado gaseoso. Así descritas las cosas el parangón entre ambas cuestiones es evidente. La única diferencia reside en el hecho de que en las primeras preguntas se plantea el suceso en un escenario abstracto y en el ítem se hace referencia a un caso concreto.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. no figuraba el presente ítem. Cuando se lee dicha encuesta, y tomando en consideración el primer diálogo transcrito en el análisis de la pregunta 8-a, se decide incluir una pregunta como la que se analiza.

En el S.I. el ítem aparece redactado del siguiente modo

“b- En el mismo los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente).”

Se decide cambiar la redacción para hacerla mas clara. En el T.I. aparece del siguiente modo

“b- para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente).”

Cuando se evaluó al Grupo B no hubo consultas al respecto, por lo que la redacción pareció haber quedado lo suficientemente clara. Por ello no se hicieron más correcciones y en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III* el ítem figura tal y como se redactó en el T.I.

Análisis de las Respuestas Posibles

La opción correcta es *“se enlazan químicamente”*, como corresponde a un proceso químico como es la formación de una molécula de oxígeno.

Cualquiera de las demás opciones es inconsistente con el proceso que se analiza.

La primera, *“se suman”*, parece ser una transposición del modo de escribir una reacción química a la interpretación de lo que ocurre a nivel microscópico. Pudiera considerarse que simplemente es un modo incorrecto de expresarse. Pero creemos que la cuestión que subyace a tal hecho es que no se tiene claro qué ocurre entre los átomos a nivel microscópico.

En cuanto a las opciones *“se condensan”*, *“se agrupan”*, son totalmente incompatibles con un proceso químico, más bien describen procesos físicos. Probablemente quien las elija también considere poco lo que verdaderamente ocurre entre los átomos.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Ítem 8-c

“ Para formar dicha molécula los átomos (deben – no deben) adquirir cargas de distinto signo.”

El objetivo de la pregunta es analizar si los alumnos consideran que en una molécula de oxígeno los átomos se unen por un enlace de tipo iónico.

Dado que es de conocimiento de los estudiantes del nivel evaluado que los átomos de oxígeno forman moléculas diatómicas y, por tanto, están unidos; parece pertinente presentarles un ítem donde se investiga cómo creen ellos que es dicha unión.

El hecho de plantear como posibilidad que ocurra un enlace de tipo iónico, lo cual surge en forma clara de considerar la propuesta, se fundamenta en las opiniones recogidas de las entrevistas individuales.

En éstas a partir de la pregunta 4 del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que figura en el *Apéndice II* se abrió la discusión sobre distintos aspectos que hacían a la molécula de oxígeno. Uno de las características expresadas, por algunos de los alumnos, fue justamente que los átomos adquirirían cargas de diferente signo al unirse, según demuestra el siguiente diálogo:

594Entrevistador: *Vos sabes que el oxígeno es una molécula diatómica. ¿Qué pasó o qué crees que pasó para llegar de tener dos átomos separados a tener una molécula?*

595Alumna: *Lo que pasa, que por lo que yo sé. No sé como explicarte. Yo sé que la molécula de oxígeno está formada por dos átomos, así.*

596Entrevistador: *O sea, que lo que yo te digo no tiene sentido.*

597Alumna: *No sé, yo cuando tengo que equilibrar algo pongo $\frac{1}{2}$ de la molécula oxígeno.*

598Entrevistador: *¿O sea, que nunca tuvo que pasar nada, esto (en referencia al oxígeno) está como una molécula?*

599Alumna: *Para mi sí. Un solo átomo de oxígeno no existe.*

600Entrevistador: *¿O sea, que nunca pudo ocurrir que dos átomos separados se unieron para formar una molécula?*

601Alumna: *No sé, capaz que sí.*

602Entrevistador: *¿Y suponiendo que pudieran estar separados, qué tuvo que pasar para que se forme una molécula?*

603Alumna: *Lo que pasa es que para que se forme una molécula tienen que tener una carga positiva y otra carga negativa. Pero si son átomos del mismo elemento no sé.*

Como vemos, a pesar de sus dudas, la alumna piensa en un enlace de tipo iónico.

Al tratar la pregunta 3-1 transcribimos diálogos que, ante un caso de átomos iguales de identidad desconocida, exponían ideas similares. Y aunque el número de entrevistados que adhiere a esta concepción, cuando se trata un caso concreto, es menor, consideramos necesario indagar sobre quienes aún sustentan la misma.

Como es notorio esta pregunta tiene una estrecha relación con la pregunta 3-1, enfoca el mismo tema (que tipo de enlace considera existe entre átomos de un mismo elemento), aunque la configuración posible en el caso de la referida pregunta no es sólo una molécula biatómica.

También hay correspondencia entre la pregunta analizada y la pregunta 9-a donde se plantea prácticamente la misma situación pero no se indica la identidad de los átomos involucrados en la formación de la molécula (el contexto de tal análisis es abstracto).

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. el ítem aparece como una pregunta independiente, y no formando parte de una serie de preguntas sobre el mismo tema.

En este intento se presentaban cuatro opciones, de las cuales dos planteaban las mismas ideas que las restantes pero utilizando otros términos. Esto se hizo así a fin de seleccionar aquella que pareciese más clara a los alumnos.

La pregunta en cuestión era la siguiente:

“ Dos átomos de oxígeno para unirse:

a- Tienen que adquirir cargas de distinto signo.

b- No es necesario que los átomos adquieran cargas de distinto signo.

O las siguientes opciones

a- Tienen que transformarse en iones de signo opuesto.

b- No es necesario que los átomos se transformen en iones de signo opuesto.”

Luego de tabuladas las respuestas del Grupo A y de una lectura atenta de las opciones de respuesta se decide dejar las dos primeras alternativas por ser no sólo las más elegidas por el grupo sino las de lectura más simple. Nótese que ni siquiera se menciona en ellas la palabra ión, por lo cual no tenemos que discurrir si conoce o no tal concepto.

En el S.I. el ítem aparece formando parte de la pregunta 8 y con la misma estructura que tiene en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*, no se hicieron correcciones posteriores ni hubo consultas en el Grupo B respecto al mismo.

Análisis de las Respuestas Posibles

Quien tache la palabra “*deben*” considera que los átomos no se han transformado en iones y probablemente piensen en un enlace de tipo covalente entre los átomos de oxígeno.

Quien, en cambio, tache la palabra “*no deben*” piensa en dos átomos de oxígeno que se han transformado en iones de distinto signo y probablemente considere que tal molécula se ha unido por enlace iónico.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Ítem 8-d

“Todo lo antes dicho (puede ocurrir – no puede ocurrir) espontáneamente, ya que el sistema (evoluciona solo – debe recibir energía).”

El objetivo de la pregunta es determinar si consideran la formación de una molécula de oxígeno como un proceso espontáneo o no.

El fundamento de hacer la misma no descansa, como en los casos anteriores, en comentarios de los alumnos recogidos durante las entrevistas personales, sino en el hecho de que, en el presente cuestionario, al hacer mención a la unión de dos átomos del mismo elemento de identidad desconocida, se investiga idéntica cuestión (pregunta 3.2).

Pareció oportuno, ya que se enfocaba el tema de la espontaneidad frente a un hecho abstracto, ver qué pensaban los alumnos ante un caso concreto. Y por ello se incluye la presente pregunta, ya que la misma ni siquiera formaba parte del P.I.

Surge entonces como segundo objetivo evaluar si hay coherencia o no entre las ideas sostenidas en una y otra situación.

La pregunta se relaciona con la pregunta 3.2 y con la pregunta 9-b, ambas tratan el tema de la unión de átomos de un mismo elemento y la espontaneidad o no de tal reacción. Si bien en ninguno de los dos casos se hace específica referencia a que tal unión conducirá a la formación de una molécula biatómica, es una posibilidad clara en ambos.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. el ítem no aparece ni siquiera formando parte de otra pregunta.

Es luego de la lectura detallada de éste, y cuando se decide agrupar las preguntas antes analizadas haciendo referencia a la formación de una molécula de oxígeno, que se decide elaborarlo.

En el S.I. el ítem aparece formando parte de la pregunta 8 y con la forma que tiene en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*, no se hicieron modificaciones, ni hubo consultas sobre el mismo por parte de los alumnos del Grupo B.

Análisis de las Respuestas Posibles

Hay varias opciones de respuesta, según lo que el alumno considere que no corresponde que forme parte de la afirmación. Las analizaremos a continuación

Si el alumno selecciona como correctas las opciones “ *puede ocurrir* ” y “ *evoluciona solo* ” responde correctamente ya que la formación de una molécula de oxígeno es un proceso espontáneo.

Si el alumno selecciona como correctas las opciones “ *no puede ocurrir* ” y “ *debe recibir energía* ” evidentemente piensa que tal reacción no es espontánea, lo cual no es correcto, pues no coincide con el hecho de que el oxígeno existe como molécula en las condiciones ambiente. Si el producto es estable ello implica que la energía interna de los productos (para el caso la molécula de oxígeno), es menor que la energía interna de los reactivos (átomos de oxígeno por separado). Si la variación de energía interna es negativa el proceso es espontáneo, al menos desde la actual estructura de conocimientos de la Química. De todos modos, aunque la respuesta es incorrecta tiene coherencia interna, ya que las dos opciones que realiza el alumno no se contradicen.

Este último requisito no lo cumplirían ninguna de las siguientes alternativas, pues en ellas una de las opciones del alumno se contraponen a lo que afirma la otra.

Las respuestas a que se hace referencia son aquellas donde se hacen las siguientes opciones:

a- “ *puede ocurrir* ” y “ *debe recibir energía* ”

b- “ *no puede ocurrir* ” y “ *evoluciona solo* ”

En la primer alternativa, si la formación de una molécula de oxígeno puede ocurrir espontáneamente, no se entiende por qué debe recibir energía el sistema. Este tipo de respuesta parece ocultar que no hay una adecuada comprensión de qué es un proceso espontáneo. O bien el alumno no evalúa en forma total la afirmación que el mismo construye. Esto último no es extraño ya que muchos alumnos evalúan la veracidad o no

de una afirmación en forma fragmentaria, y para ellos no sería extraño que una parte de la afirmación sea cierta y la otra no.

La segunda alternativa no permite comprender de manera lógica como, si el proceso no puede ocurrir espontáneamente, el sistema evoluciona solo. También aquí puede subyacer una falla en la concepción de qué es un proceso espontáneo para el alumno.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 9

La serie de ítems de esta pregunta no presenta, como los de la anterior, una unidad respecto al enfoque (concreto o abstracto), ni respecto de la sustancia sobre la que se consulta a los alumnos.

El único hilo conductor es la temática de las respuestas, pues en cada caso se solicita al alumno que conteste si es verdadera o falsa la propuesta que se le presenta. Las propuestas son simples, frases de no más de un renglón y medio, de modo que en pocas palabras quede claro qué se pregunta.

En ningún caso se pide que quien responda dé justificación de su decisión.

En cuanto al objetivo, no hay ninguno específico común a todos los ítems de la pregunta, como no sea el general de la encuesta de averiguar las ideas de los alumnos sobre el enlace químico.

Por ello se tratarán los apartados en forma individual, especificando qué fin persigue cada uno.

Modificaciones a la Pregunta

No se discutirán aquí las modificaciones a la redacción de cada uno de los ítems, sino las correcciones en el orden de aparición de los mismos dentro de la pregunta, y de la pregunta, como un todo, dentro del *Cuestionario de Evaluación*.

En el P.I. la pregunta aparece en el lugar número 15. Cuando luego de una lectura del mismo se decide suprimir ciertas preguntas y ordenar la encuesta la pregunta 9 en el S.I. pasa a ocupar el lugar que tiene en el *Cuestionario de Evaluación*.

Integran la misma seis ítems, uno más que en el *Cuestionario de Evaluación*.

En la lectura que se hace del P.I. se decide que uno de los ítems pase a integrar la pregunta 8 como una de las opciones de respuesta al ítem 8-d. Queda así en el S.I. una pregunta integrada por cinco ítems, que es el número que tiene en el *Cuestionario de Evaluación*.

También en la lectura del P.I. se decide cambiar el orden en que aparece cada una de las cuestiones dentro de la pregunta de modo que queden en primer lugar todas aquellas afirmaciones que no mencionan a sustancia en concreto alguna, y luego aquellas afirmaciones que se refieren a una sustancia en particular.

Dentro de este orden se ubican primero los ítems que se refieren a átomos de un mismo elemento y luego aquel que se refiere a átomos de distintos elementos. Así aparecen ordenados en el S.I.

No se llevan a cabo otras modificaciones por lo que en el S.I. la pregunta aparece ordenada tal y como está en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Ítem 9-a

“ Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo ”

El objetivo de esta pregunta es determinar si el alumno considera que el enlace de tipo iónico es el que liga los átomos de un mismo elemento cuando forman una molécula. Dicho de otro modo, si en la molécula de una sustancia simple los átomos se unen por enlace iónico.

La pregunta se plantea en un plano abstracto ya que no se indica la identidad de los átomos.

La propuesta es general, y abarca a todos aquellos átomos que el alumno considere forman moléculas.

Recordemos que éstas se definen como agregados de por lo menos dos átomos en una configuración definida, mantenidos juntos por fuerzas químicas.

El modo en que se hace la afirmación respecto al tipo de enlace es excluyente, eliminando la posibilidad que se considere otra forma de unión química entre los átomos mencionados. Tal característica se da por la inclusión de la palabra “*deben*”; si se hubiese utilizado otra expresión, como por ejemplo “*pueden*”, cabría especular que en unos casos hay un enlace tipo iónico entre los átomos y en otros casos no.

Hay una evidente relación entre esta y la pregunta 8-c, dado que la cuestión que enfocan ambas es la misma. Pero en el caso de aquella se trabajaba con una sustancia concreta y bien conocida por los alumnos, mientras que en la presente el alumno debe considerar todas las posibilidades frente a un hecho abstracto, aunque la conclusión correcta en ambos casos es la misma.

De hecho se pretende considerar, comparando las respuestas, si hay coherencia entre las que dan los alumnos a una y a otra cuestión.

También hay una relación entre esta propuesta y la pregunta 3-1, siempre que quien responda hubiese elegido como uno de los estados finales de la cuestión 1 el ítem “a”, pues en tal caso se puede evaluar la coherencia de las respuestas entre ambas.

Modificaciones a la Pregunta

Ya en el P.I. el ítem aparece en la forma que lleva en el *Cuestionario de Evaluación*.

No hubo consultas sobre el mismo ni en el Grupo A ni en el Grupo B, y en las sucesivas lecturas no se consideró necesario hacer corrección alguna.

Análisis de las Respuestas Posibles

Si el alumno considera que la proposición es falsa, piensa que los átomos que forman la molécula no se unen por enlace iónico en ningún caso, lo cual es correcto desde el estado actual de los conocimientos en Química, pues es impensable este tipo de enlace entre átomos iguales, los que se unen por enlace covalente o metálico. Y en el presente caso, donde se habla de “una molécula”, la estructura propuesta también debiera inducir a descartar la segunda de las clases de unión.

Si el alumno considera que la proposición es verdadera, lo cual es incorrecto, piensa que dos átomos iguales se transforman en iones de diferente signo, lo que equivaldría a considerar que hay una transferencia de electrones entre uno y otro átomo. Esto último, si bien no es imposible, se da entre átomos de elementos cuyas energías de ionización son bajas y átomos de elementos cuya afinidad electrónica es alta.

Los átomos de un elemento no reúnen en sí mismos ambas condiciones.

Por otra parte es incorrecto considerar que una sustancia química cuyos átomos se unen por enlace iónico forme moléculas, tal y como se propone.

Las sustancias iónicas, aparte de estar constituidas por átomos de elementos distintos, no forman unidades moleculares pues los iones positivos, cationes, no están asociados con un ión negativo, o anión, en particular, sino que se rodean de tantos de ellos como permita su tamaño respectivo. La misma relación se da a la inversa, y la estructura característica de una sustancia iónica es una red cristalina.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Ítem 9-b

“ Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo ”

El objetivo de la pregunta es determinar si los alumnos conciben o no la unión entre dos átomos de un mismo elemento como un proceso espontáneo.

La afirmación se hace sin identificar a los átomos involucrados, por lo que el alumno deberá considerar distintas posibilidades. La cuestión se plantea en forma abstracta, al no hablar de ninguna sustancia en particular como se hizo en la pregunta 8-d.

La unión propuesta, entendida como un enlace químico, implica la formación de una molécula diatómica tal como las de N_2 , O_2 o H_2 .

Ya discutimos el hecho de que en las entrevistas personales la mayoría de los alumnos entendían los términos unión y enlace como sinónimos, conque no se considera la ausencia de explicación en la afirmación que por unión nos referimos a un enlace químico, como un obstáculo para la comprensión del sentido de la misma.

Por lo antes dicho no se estima que el alumno interprete la propuesta considerando que ocurre un proceso físico de cambio de estado de agregación de un estado menos condensado a otro más condensado.

La formación de moléculas diatómicas, si bien conduce a un estado de mayor orden, y, por tanto, con variación de entropía negativa en muchos casos es un proceso exotérmico, y, en consecuencia, con variación de entalpía también negativa.

Considerando el peso de dichas variaciones, a fin de determinar la espontaneidad o no del proceso según la ecuación 1 (que figura en la discusión de la pregunta 2), se puede ver que a temperaturas bajas la contribución de la variación de entropía quizás sea superada por la variación de entalpía. Esto último conduce a variaciones de la energía libre negativas, lo que implica un proceso espontáneo.

Si se desea ver un análisis más detallado de las posibilidades de resolución de tal ecuación respecto a la espontaneidad o no de un proceso, examinar la discusión de la pregunta 2.

Sin entrar en tales disquisiciones hay muchas moléculas diatómicas de sustancias simples que son ampliamente conocidas y de las que ya se dieron algunos ejemplos. Dichas moléculas son estables a temperatura ambiente y por tanto se han formado a partir de procesos químicos espontáneos.

La afirmación indica que en todos los casos posibles de imaginar de unión de dos átomos de un mismo elemento se debe proporcionar energía. Ello se debe a la inclusión de la palabra “*siempre*”. Es obvio que un solo caso que la contradiga hará que sea incorrecta.

Queda claro, si se considera todo lo antes expuesto, que la afirmación es falsa. Y los estudiantes no desconocen la inexistencia de moléculas de helio, argón, etc., y ello por nombrar sólo sustancias en estado gaseoso.

La cuestión planteada tiene una obvia relación con la pregunta 8-d, pues ambas hacen referencia al mismo tema, aunque en aquella se hace mención de una sustancia en concreto como el oxígeno, y en ésta el alumno debe razonar sobre las posibles uniones de dos átomos cuya identidad desconoce.

Se pretende tratar de analizar la coherencia entre respuestas que los alumnos dan a una cuestión concreta, pregunta 8-d, frente a las respuestas que ofrecen ante una cuestión abstracta.

También hay relación entre esta pregunta y la 3-2, en ambos casos el planteo es abstracto. Pero, no se logrará analizar la coherencia de las respuestas de todo el grupo investigado. Ello es así pues, quienes no consideren que los átomos de la pregunta 1 se unen por enlace químico, no deben contestar a la pregunta 3-2

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. el ítem aparece con la redacción que tiene en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*.

Ni en el Grupo A, ni en el Grupo B, de alumnos con los que se validó la encuesta hubo consultas respecto al ítem. Por ello se considera que el mismo es lo suficientemente claro y no se hicieron modificaciones.

Análisis de las Respuestas Posibles

Si responde “falso” está dando una contestación correcta, pues basta para validarla que haya un solo proceso de unión espontáneo entre dos átomos de un mismo elemento dado que en el ítem no se afirma, de modo alguno, que todos los procesos de unión entre átomos de un mismo elemento son espontáneos.

De hecho en la pregunta anterior se expone el caso de la molécula de una sustancia simple, bien conocida y estable a temperatura ambiente, lo que basta para justificar la falsedad de la afirmación.

Si responde “verdadero”, está dando una respuesta equivocada, que no se corresponde a la realidad.

Puede que el alumno haya mal interpretado la afirmación, en el sentido de considerar que se hacía mención a todas las moléculas posibles de imaginar entre átomos de un mismo elemento. O bien es factible que considere realmente que siempre es necesario aportar energía a un proceso como el que se propone.

No es posible, a través de la cuestión planteada, determinar qué razones tenga el alumno para hacer tal afirmación.

Si el estudiante es uno de aquellos que también contestó la pregunta 3-1, y lo hizo en forma coherente a su respuesta a la presente, se podría suponer que las razones de su respuesta a aquella son las mismas de su respuesta a ésta, pero se reafirma que tal cosa queda en el terreno de las especulaciones de los investigadores.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Ítem 9-c

“Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones”

El objetivo de la pregunta es investigar qué tipo de enlace consideran los alumnos que liga a dos átomos de elementos distintos.

De los modelos de enlace aceptados dentro de la estructura de conocimientos actuales de la Química, aquellos en que aparece como una condición del enlace la existencia de iones son: el enlace iónico y el enlace metálico.

Por lo tanto lo que indirectamente propone la afirmación es que dos átomos de elementos distintos se unen siempre o por un enlace de tipo iónico o por un enlace de tipo metálico. La propuesta descarta la posibilidad de la existencia de un enlace covalente entre átomos de elementos distintos.

A efectos de discutir la validez del enunciado analizaremos las distintas situaciones que se pueden presentar respecto de una propiedad que permita predecir el tipo de enlace que unirá a dos o más átomos.

Tal información la da una propiedad periódica, la electronegatividad. Ésta se define como la capacidad relativa que tienen un átomo para atraer los electrones de una unión química.

Teniendo en cuenta el concepto de electronegatividad se puede entender la existencia de diferentes tipos de unión química, de acuerdo a la fuerza con que los átomos atraen los electrones del enlace.

El **Cuadro 5** presenta las tres posibilidades y el tipo de enlace que corresponde a cada una de ellas.

Cuadro 5

Valores de la Electronegatividad	Tipo de Enlace
Los valores de electronegatividad de los átomos que intervienen en la unión son marcadamente diferentes.	Enlace Iónico
Ambos átomos poseen electronegatividad baja y similar.	Enlace Metálico
Ambos átomos poseen electronegatividad alta y similar.	Enlace Covalente

En general la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha a lo largo de un período en la Tabla Periódica; a mayor número atómico, mayor electronegatividad.

En cada grupo, la electronegatividad disminuye al aumentar el número atómico.

Los elementos más electronegativos (los halógenos, oxígeno, nitrógeno y azufre) están ubicados en el ángulo superior derecho de la tabla.

Los elementos menos electronegativos (metales alcalinos y alcalinotérreos) se encuentran en el ángulo izquierdo.

Simplificando lo dicho los no metales poseen en general electronegatividad alta y los metales electronegatividad baja.

De hecho se conocen numerosos compuestos como los óxidos ácidos (CO_2 , SO_3), los hidruros no metálicos (HCl , H_2O), en que átomos de distintos elementos no metálicos se unen por un enlace químico que, según la tabla IV, debe ser covalente, o al menos covalente polar, pero en ningún caso resultará iónico o metálico.

Teniendo en cuenta que la propuesta descarta un tipo de enlace entre átomos de distintos elementos que en teoría y en la práctica es posible, la misma es falsa.

En cuanto a las otras dos posibilidades de enlace que la afirmación no descarta, ambas son válidas. Ejemplos de ello son compuestos como el cloruro de sodio, enlace tipo iónico; o aleaciones, enlace tipo metálico.

El motivo que llevó a realizar una pregunta como esta descansa en las respuestas obtenidas a las entrevistas personales.

En las mismas, cuando se hacía la pregunta 2 del Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas que figura en el Apéndice II, donde se plantea que átomos de elementos diferentes se unen espontáneamente, los alumnos suponían, y ello se dio en todas las entrevistas mantenidas, un único tipo de enlace iónico o covalente, sin analizar que ambos eran viables en teoría entre átomos de elementos distintos.

Tampoco analizaban el hecho de que en la pregunta en cuestión, sólo cabría la posibilidad de un enlace covalente pues en el estado final los átomos aparecían representados en estado gaseoso y unidos por pares formando moléculas.

Por otro lado la mayoría de los entrevistados hablaba de uno u otro modo de un enlace iónico, por ello parecía pertinente analizar si consideraban realmente que los átomos de elementos distintos no se podían unir por enlace covalente. De ahí una propuesta que excluye específicamente este tipo de enlace.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. la redacción del ítem era ligeramente diferente:

“Para unirse dos átomos de elementos diferentes deberían siempre primero transformarse en iones”

Luego de la primer lectura, y pese a que no hubo consultas en el Grupo A se decide cambiar la redacción destacando en primer lugar, no que los átomos se unían, sino que los átomos que participaban de la unión eran diferentes.

El ítem queda en el S.I. tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

Si responde “falso” ésta dando la réplica correcta. Evidentemente considera la posibilidad de un enlace de tipo covalente entre los átomos de dos elementos diferentes.

Lo que no quedaría aclarado es si esa es la única alternativa que imagina, o también considera posibles los otros dos tipos de enlace.

Si responde “verdadero”, evidentemente piensa que sólo son viables alternativas de enlace donde tengan parte iones, en este caso el enlace iónico y el metálico.

Si se considera que la mayoría de las veces en que se estudia el tema del enlace metálico, la argumentación sobre las características del mismo se basa en el análisis de la unión entre átomos de un mismo elemento, y, durante las entrevistas, ninguno de los alumnos hizo referencia a tal unión cuando se focalizó el tema del enlace entre átomos de distintos elementos, no sería muy arriesgado especular que, quienes consideran correcta la afirmación propuesta, realmente crean que en toda unión entre átomos de distintos elementos existe un enlace de tipo iónico.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 10

“ El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

¿Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?

Si No (tacha lo que no corresponda)

Explícanos con tus palabras tu respuesta”

La pregunta evalúa en forma directa si los alumnos consideran consecuencia natural del tipo de enlace que exista entre átomos de una sustancia simple – iónico o covalente – el que ella sea más o menos dura.

Habida cuenta que las sustancias que se introducen en el enunciado están formadas ambas únicamente por átomos de carbono una respuesta afirmativa indicaría dos concepciones alternativas: por un lado que átomos de un mismo elemento se unen por enlace iónico, y por otro que las sustancias que presentan tal tipo de enlace son más duras que aquellas unidas por enlace covalente.

Una idea previa como la expresada en segundo término podría tener como base el siguiente esquema alternativo: el enlace iónico es más fuerte que el enlace covalente. Y es la presencia de tal esquema la que se pretende validar en forma indirecta con la presente cuestión.

Los antecedentes de la pregunta que nos ocupa son en parte los mismos que motivaron las preguntas 3.1, 8-c y 9-a. Y se podrían resumir en lo siguiente: muchos de los alumnos entrevistados consideraban erróneamente que átomos iguales se unían por un enlace de tipo iónico.

Aquí se vuelve a focalizar la misma cuestión, pero incorporando ahora una valoración sobre las propiedades de las sustancias iónicas y covalentes detrás de la cual se supone existe un esquema alternativo como el ya expuesto.

La existencia tal valoración y del esquema alternativo son una especulación de la investigación que se cimienta en la lectura de distintos libros de química donde se trata el tema de enlaces químicos.

Al comparar las propiedades generales de las sustancias iónicas y las covalentes no es raro que se encuentren párrafos o cuadros donde, de uno u otro modo, se hace referencia a que: *“las primeras son sólidas a temperatura ambiente, de alto punto de fusión y de densidad alta; mientras que las segundas son sólidas, líquidas o gaseosas a temperatura ambiente, en general de bajo punto de fusión y en su mayoría de baja densidad”*.

Al hablar de las fuerzas intermoleculares de las sustancias covalentes y de las iónicas se pueden encontrar párrafos como el que sigue: *“las moléculas de un compuesto covalente no están fuertemente unidas entre sí. En consecuencia, los compuestos covalentes son por lo general gases, líquidos, o sólidos de bajo punto de fusión. Por otra parte, las fuerzas electrostáticas que mantienen a los iones juntos en un compuesto iónico son comúnmente muy fuertes”*.

Si se leen rápidamente los textos anteriores y se considera el caso que, muchas veces, los alumnos no hacen distinción entre hablar de unión de moléculas en una sustancia y unión de átomos en una molécula se puede llegar a intuir que algunos interpretarán *“las moléculas de un compuesto covalente no están fuertemente unidas”* como una afirmación en el sentido que el enlace covalente es menos fuerte que el iónico, donde *“las fuerzas electrostáticas que mantienen a los iones juntos... son comúnmente muy fuertes”*.

Por otra parte si se consideran las sustancias covalentes que los alumnos manejan más frecuentemente y aquellas que se utilizan como ejemplo para introducir los conceptos referidos a este tipo de enlace, se puede apreciar que las mismas son en su mayoría sustancias gaseosas o líquidas (H_2O , H_2 , O_2), en contraposición a las sustancias que siempre se utilizan para resaltar las características del enlace iónico, que son sólidos duros (como el cloruro de sodio). Este hecho puede motivar que el alumno haga una transposición entre la dureza de la sustancia que se le presenta como ejemplo típico y la dureza del tipo de enlace.

El tema se trata sobre un ejemplo concreto y en cierto modo cercano a los alumnos por lo habitual de una de las sustancias (el grafito).

Ello se hizo de este modo dado que eran más frecuentes juicios equivocados en las entrevistas cuando se hablaba de temas sin analizar una sustancia definida y en muchos casos dichos juicios cambiaban al tratar el mismo tema aplicado a una sustancia determinada. Como en este caso, aparte del análisis concreto de la respuesta que da el alumno, se hace una especulación basada en la misma, se pretendió que quien respondiese comprendiera claramente la situación que se le proponía. De este modo también se esperaba lograr una confirmación o refutación del esquema alternativo propuesto al considerar las explicaciones que diesen de su elección.

Modificaciones a la Pregunta

En el P.I. el ítem aparecía redactado del siguiente modo

“ El diamante (piedra que se utiliza en joyas) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

Crees que las diferencias entre ambos pueden explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico.”

Pese a que cuando se tomó tal pregunta al Grupo A no hubo consultas se decidió cambiar la aclaración que se hace sobre la primer sustancia; de modo de reforzar con ella una de las diferencias entre ambas.

La pregunta tampoco ocupaba el lugar que le correspondió luego en el *Cuestionario de Evaluación*, ya que estaba en el decimosexto lugar.

En el S.I. la pregunta aparece redactada del siguiente modo:

“El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

¿Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?”

No se hacen modificaciones en el T.I.

Al hacer la lectura del C.I. y considerar la respuesta del Grupo B, donde no hubo consultas sobre el ítem, se nota que cinco de los dieciséis alumnos evaluados no daban respuesta alguna. Como no había indicación de cómo darla, tal y como encontraban los alumnos en otras preguntas, se decide subsanar el inconveniente.

También se coloca un apartado con una indicación para que el alumno explique su opción por sí o por no.

Luego de tales cambios la pregunta queda tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*.

Análisis de las Respuestas Posibles

Si el alumno responde con un no a la pregunta hace la opción correcta. Dado que se trata de sustancias, como queda bien claro en el enunciado, formadas por átomos de un mismo elemento y, según se discutió al analizar la pregunta 8-c, es impensable que tales

átomos se pudiesen transformar en iones de distinto signo, característica básica para que se produzca un enlace de tipo iónico.

De la explicación que den de su respuesta dichos alumnos se podrá evaluar si la misma está fundada en las razones aceptadas como válidas desde el estado actual de los conocimientos en la materia o no.

Tales razones se deben cimentar no en la diferencia del tipo de enlace, ya que tanto en el diamante como en el grafito el enlace entre los átomos de carbono es covalente, sino en la estructura espacial de tales sustancias.

Si el alumno responde con un sí a la pregunta hace una opción incorrecta dado que dos átomos de un mismo elemento no se unen por enlace de tipo iónico, según ya se discutió tanto en la pregunta 8-c, como en la 3.1 y en la pregunta 9-a. Cabría analizar qué respuesta dieron en las preguntas antes citadas a las cuestiones que se le planteaban, a fin de considerar la coherencia o no de las ideas de quien responde en diferentes contextos.

De las explicaciones que brinden los alumnos de su respuesta se podrá analizar si existe o no el esquema alternativo supuesto en la investigación.

Aclaración

La pregunta que figuraba como 11 en el C.I. y en el cuestionario de evaluación que resolvieron los alumnos, finalmente no fue tabulada por resultar imposible para alguno de sus ítems dar una respuesta correcta.

Con el número de pregunta 11 se analiza a continuación la que en las encuestas que se tomó a los alumnos figura como pregunta 12.

También se deja constancia de que en el *Cuestionario de Evaluación* que se incluye en el *Apéndice III*, la pregunta figura con el número que se le asigna en el presente análisis dado que la otra pregunta fue excluida del cuestionario tal y como se informó en la Cronología de Elaboración del Instrumento de Evaluación.

Instrumento de Evaluación de las Concepciones Alternativas

Análisis de las Preguntas del Cuestionario de Evaluación Pregunta 11

“ La notación H_2O se lee “una molécula de agua”. ¿Cómo se lee la notación $NaCl$? ”

El objetivo de la pregunta es investigar si los alumnos consideran que existen moléculas de sustancias iónicas, o en otras palabras si hay efectivamente unidades discretas y definidas de sustancias iónicas, como el cloruro de sodio, así como las hay de agua, hidrógeno u oxígeno.

La suposición que los alumnos consideran como un hecho real la existencia de moléculas de tales sustancias surgió durante las entrevistas mantenidas con los mismos.

En una de ellas al plantearle a una alumna la pregunta seis del *Cuestionario de Entrevistas Semiestructuradas* que se incluye en el *Apéndice II*, que habla de la formación del cloruro de sodio a partir de sus elementos, luego de algunas preguntas se desarrolla el siguiente diálogo:

646Entrevistador: *¿Y existen moléculas como de las de oxígeno de este compuesto?*

647Alumna: *Sí.*

Como se puede apreciar no hay ninguna duda en la respuesta del alumno.

Probablemente los alumnos asocien la fórmula de la sustancia, con la que están familiarizados, a la estructura espacial de la misma, sobre todo cuando la red cristalina de los compuestos iónicos es de difícil representación, dado que se debe trasladar una estructura espacial al plano con las limitaciones que ello supone.

Modificaciones a la Pregunta

La pregunta aparece redactada en el P.I. tal y como figura en el *Cuestionario de Evaluación del Apéndice III*, y salvo el agregado de una línea punteada para que el alumno respondiese no sufrió modificación alguna.

El orden en que estaba colocada la pregunta sí se alteró; en el P.I. estaba en el lugar número catorce, al modificar la organización de la encuesta se decide darle el espacio que ocupó de ahí en más, que es el número doce.

Análisis de las Respuestas Posibles

Como la respuesta a la cuestión planteada no se da a partir de alternativas previamente redactadas por los investigadores, ni a través de una simple contestación por sí o por no, sino que es el propio alumno el que debe elaborarla, el análisis de las mismas será imposible en forma previa a discutir los resultados de la encuesta.

Muestra Experimental

El *Cuestionario de Evaluación* se puso a prueba, en su etapa de elaboración, con dos grupos de alumnos de la cátedra de Química Inorgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. Ambos grupos se evaluaron luego de finalizado un trabajo práctico y no se los encuestó en forma sucesiva. El tiempo que medió entre la recogida de información de uno y otro grupo fue utilizado para tabular las respuestas y considerar posibles mejoras del instrumento de evaluación.

El primer grupo de alumnos, al que nos referimos anteriormente como Grupo A, contaba con un total de 23 estudiantes, 12 mujeres y 11 varones, cuyas edades eran de entre 18 y 25 años.

Como no se tenía idea del tiempo que les tomaría resolver la encuesta y siendo muchas las preguntas del P.I. se decidió dividir el grupo por la mitad; de este modo 12 alumnos respondieron las primeras ocho preguntas y 11 alumnos respondieron las restantes.

No se hizo una lectura previa de la encuesta, pese a ello hubo pocas consultas sobre los ítems de la misma.

La presentación la hizo quien tomaba la encuesta, siendo ésta una persona ajena a la cátedra. La docente a cargo del grupo solamente les informó que por única vez se les pediría que se quedasen una vez finalizado el trabajo práctico a responder una encuesta y la respuesta a la misma tuvo para este grupo un carácter obligatorio.

En la presentación se les manifestó a los alumnos que el cuestionario era parte de un trabajo de investigación y se les aseguró que no sería utilizada como una evaluación del grupo, ni tendría el personal de la cátedra acceso a las encuestas, las que por otra parte eran anónimas.

Pasados 15 minutos se recogieron los primeros cuestionarios y en los siguientes 15 minutos los restantes. El tiempo que le tomó responder a la totalidad de los alumnos fue de 30 minutos.

El cuestionario que respondieron (Primer Intento del Instrumento de Evaluación) se incluye en el *Apéndice III*.

El segundo grupo con el que se puso a prueba el instrumento, al que ya nos referimos como Grupo B, contaba con un total de 31 alumnos, 17 mujeres y 14 varones, cuyas edades eran de entre 17 y 23 años.

Como se había reducido el número de preguntas de la encuesta (con el Segundo Intento del Instrumento de Evaluación) y ya se tenía una idea del tiempo aproximado de respuesta, no se consideró necesario dividir a los alumnos ni al cuestionario por lo que todo el grupo respondió, esta vez, el cuestionario completo.

También en este caso fue una actividad obligatoria para todos los alumnos que finalizaron la clase de trabajo práctico.

La presentación fue similar a la anterior.

El tiempo total que le demandó contestar la encuesta al grupo completo de alumnos fue de 30 minutos.

El cuestionario que respondieron (Tercer Intento del Instrumento de Evaluación), se incluye en el *Apéndice III*.

Con estos antecedentes que sirvieron para mejorar el instrumento de evaluación y determinar el tiempo aproximado del que se debería disponer se procedió a realizar la evaluación definitiva.

El *Cuestionario de Evaluación* se utilizó con dos grupos de alumnos.

El primero, al que de aquí en adelante llamaremos Grupo I, era de 38 alumnos que finalizaban el cursado de Química Inorgánica en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. El grupo fue evaluado luego de terminada una clase de teoría de Química Inorgánica y la respuesta al cuestionario fue totalmente voluntaria (de hecho la mitad de los alumnos presentes procedió a retirarse al igual que el docente a cargo de la clase).

La presentación, a cargo de una persona ajena a la cátedra de Química Inorgánica, fue similar a la que se utilizó con el Grupo A y con el Grupo B.

El tiempo total de respuesta también fue similar, de 30 minutos; es necesario aclarar que en ningún momento se fijó un tiempo límite para dar por concluido el cuestionario o se presionó a los alumnos para que finalizaran el mismo.

El tiempo de respuesta no fue una variable evaluada o tenida en cuenta en este estudio.

El segundo grupo, al que de aquí en adelante llamaremos Grupo II, era de 46 alumnos que participaban en el Curso Común Preparatorio de Ingreso a la Universidad Nacional del Litoral. El grupo fue evaluado luego de las clases obligatorias en el marco de dicho curso y por el docente a cargo de la clase.

La respuesta al cuestionario fue voluntaria. Sobre el mismo se les manifestó que la información se necesitaba para efectuar un trabajo de investigación, que no formaba parte de la evaluación del curso y que la persona que recogía el cuestionario no era quien finalmente consideraría las respuestas que diesen.

En el **Cuadro 6** se resumen los datos de ambos grupos de alumnos.

Cuadro 6

Caracteres del Grupo	Grupo I		Grupo II	
Número de Alumnos	38		46	
Sexo	Femenino	23	Femenino	21
	Masculino	15	Masculino	25
Edad	17 años	0	17 años	22
	18 años	19	18 años	11
	19 años	13	19 años	9
	20 años	5	20 años	4
	21 años	1	21 años	0
Título de Egreso de la Escuela Media Aclaración: en el grupo II un alumno no responde esta cuestión	Bach* Contable	12	Bach. Contable	10
	Bachiller	15	Bachiller	18
	Bach. Biológico	4	Bach. Biológico	4
	Técnico	7	Técnico	13
Tipo de Escuela Media	Pública	20	Pública	18
	Privada	18	Privada	28

* La abreviatura Bach. corresponde a Bachiller

Un alumno del GII no declara el título con que egresó de la escuela media.

Técnicas Estadísticas

El análisis de los resultados del instrumento se efectuó utilizando el programa SPSS 7.5 para Windows en versión original que dispone la Cátedra de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la U.N.L.

En el estudio de los datos se emplearon tres tipos de prueba:

- Prueba de homogeneidad de proporciones
- Prueba de igualdad para varias proporciones
- Prueba de independencia

Se utiliza un nivel de significancia estadística α de 0,05 en todas las pruebas.

Prueba de homogeneidad de proporciones

Con el fin de considerar el impacto de la enseñanza de nivel universitario sobre las concepciones alternativas de los alumnos, se aplicó a las muestras obtenidas del Grupo I y del Grupo II en cada una de las preguntas que plantea el cuestionario de Evaluación una prueba de χ^2 para testear la homogeneidad entre las mismas.

Al comparar ambas poblaciones mediante tal prueba se pretende dar respuesta a la siguiente cuestión: “Son las muestras extraídas de poblaciones que son homogéneas con respecto a sus opiniones sobre...” el hecho que se proponga en cada una de las preguntas del Cuestionario de Evaluación (Daniell, 1977).

Si a partir de la tendencia muestral se prueba que la proporción de alumnos del Grupo I que hacen determinada opción frente a una pregunta del Cuestionario de Evaluación, es estadísticamente similar a la proporción de alumnos del Grupo II que hacen idéntica opción frente a la misma cuestión, la aceptación de esta hipótesis supondría que la proporción en que los alumnos de ambos grupos eligen las diferentes alternativas frente a una pregunta del Cuestionario de Evaluación es similar y las muestras parecen ser extraídas de una misma población. Tal hecho nos llevaría a concluir que no ha acontecido una modificación de las concepciones alternativas de los alumnos como consecuencia de la enseñanza de nivel universitario.

Si en cambio, se prueba que la proporción de alumnos del Grupo I que hacen determinada opción no es similar a la proporción de alumnos del Grupo II que eligen idéntica alternativa, ello implica que las muestras se extraen de poblaciones diferentes (Walpole, 1994). Esto último daría pie a considerar que habría existido un impacto de la enseñanza de nivel universitario sobre las concepciones alternativas de los alumnos.

Prueba de igualdad para varias proporciones

Con la intención de determinar, en caso de que resultare de interés para la discusión de los resultados obtenidos, que las proporciones de determinada opción (reiteradas frente a diferentes preguntas) tienen el mismo valor se utilizará una prueba de χ^2 .

A partir de la evidencia muestral se pretende dar respuesta a la hipótesis que supone que las proporciones de respuesta son iguales; un rechazo de tal suposición implica que las proporciones poblacionales involucradas son distintas.

Prueba de Independencia

Con el objeto de analizar la coherencia, o falta de ella, en las respuestas de los alumnos a distintas cuestiones, que a los ojos de cualquier experto resultan similares, se efectuará un test de χ^2 utilizado como prueba de independencia.

En tal test se analiza si la opinión de los alumnos respecto a una pregunta que plantea el cuestionario es independiente de su parecer frente a otra, que propone el mismo instrumento, y cuya materia de fondo es semejante.

La hipótesis que se analiza presupone que hay independencia entre la opinión de los alumnos en ambos casos, su aceptación nos llevaría a considerar que estos responden las preguntas como si no analizasen un mismo suceso y por tanto pueden ofrecer opiniones que no guardan coherencia frente a lo que en el fondo es una misma cuestión.

Por otra parte el rechazo de la hipótesis planteada presupone que existe una concordancia entre lo que contestan en uno y otro caso. Y las ideas que sustentan, equivocadas o no, al menos son coherentes.

Nivel de Significancia

Se utiliza un nivel de significancia estadística α de 0,05 en todas las pruebas.

Criterios de Inclusión o Exclusión en el Análisis

En las pruebas de homogeneidad no se considerará en el análisis aquellos individuos que no respondan, aunque deban hacerlo, a la pregunta en cuestión, ni se reflejará la proporción de estos en las tablas de frecuencia que corresponden a cada pregunta.

La decisión se fundamenta en que no se tiene modo de determinar la causa de tal comportamiento (distracción, el alumno no sabe que contestar, ninguna opción de las que se le presentan le parece correcta, etc.) y no es posible, por tanto, sacar conclusiones sobre él. Se fija un límite arbitrario de cinco (5) individuos que no contesten, lo que constituye 1/7 del total de alumnos del Grupo I y 1/9 del total de alumnos del Grupo II. Si dicha frontera no es superada no se informará sobre tales casos ni se los incluirá en el cálculo de porcentajes totales de respuesta.

Si el número de individuos que no responden supera estos toques se informará tal hecho y se incluirán en el cálculo de porcentajes totales de respuestas por resultar un comportamiento anómalo. Sin embargo, el test de homogeneidad se seguirá basando sobre quienes efectivamente brinden alguna respuesta.

Se procura determinar la homogeneidad o no de los grupos respecto a sus concepciones alternativas. La falta de respuesta no puede ser atribuida sin más a algún tipo de idea previa, y si tal hecho sucediese, ello no puede ser evaluado desde esta investigación tal y como se la ha planteado.

En aquellas preguntas que requieren algún tipo de explicación no se tomará en cuenta a quienes no eligiendo alternativa alguna en forma explícita, luego la proporcionen. Ello se hace debido a que tal aclaración no siempre permite deducir qué opción omitió marcar el alumno, o bien, si en realidad ninguna de las alternativas le satisfacía.

En la prueba de independencia se adoptará un criterio similar al de las pruebas de homogeneidad en el sentido de no considerar en el análisis a aquellos individuos que no responden a ambas cuestiones, debiendo hacerlo, por las mismas razones expuestas más arriba. Tal hecho no se informará en ningún caso en las tablas respectivas, aún superando los toques preestablecidos, debido a que en este caso se puede consultar la información en la tabla de la pregunta correspondiente.

Se intenta analizar la coherencia o no de las opiniones de los alumnos, la ausencia de respuesta a una cuestión no puede ser evaluada como indicador de incongruencia respecto de la réplica que dan a otra.

Ideas Previas en el Nivel 17-19 Referidas a los Enlaces Químicos

Resultados

Resultados

En los cuadros siguientes se cuantifican en forma de porcentajes las respuestas obtenidas de los Grupos I y II a las distintas preguntas que forman parte del Cuestionario de Evaluación. Junto a cada tabla se incluye el resultado del test de χ^2 utilizado como prueba de homogeneidad de las respuestas entre ambos grupos de encuestados. También se indica el número total de individuos que responden cada cuestión.

El **Cuadro 7** incluye los resultados de las respuestas a la pregunta 1 (responden un total de alumnos de GI: 37; GII:46). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 7

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Los átomos aparecen agrupados formando pares.	75,7%	41,3%
b- Los átomos aparecen todos juntos formando un grupo único	18,9%	52,2%
a y b- Ambas alternativas de representación son posibles.	5,4%	6,5%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,012$)

El **Cuadro 8** incluye los resultados de las respuestas a la pregunta 2 (responden un total de alumnos de GI: 37; GII:46). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 8

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Cambio de estado de agregación.	29,7%	56,5%
b- Enlace químico.	70,3%	37,0%
a y b- Ambas alternativas son posibles.	0%	6,5%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,025$)

El **Cuadro 9** incluye los resultados de cruzar las respuestas a las preguntas 1 y 2 (total de individuos que responden ambas cuestiones, GI: 36, GII: 46). Con fondo gris las respuestas de los individuos del GI

Cuadro 9

Respuestas a la Pregunta 1	Respuestas a la Pregunta 2					
	Cambio estado		Enlace químico		Ambas alternativas	
a- Los átomos aparecen agrupados formando pares.	13,9%	15,2%	61,1%	23,9%	0%	2,2%
b- Los átomos aparecen todos juntos formando un grupo único.	11,1%	39,1%	8,3%	13%	0%	0%
a y b- son posibles las dos alternativas de respuesta	5,6%	2,2%	0%	0%	0%	4,3%

El **Cuadro 10** clasifica los resultados ya expuestos en el Cuadro 9 según las categorías en que se propusieron en la discusión de la pregunta 2 (total de individuos que responden ambas cuestiones, GI: 36, GII: 46)

Cuadro 10

Categoría	GI	GII
Categoría 1	0%	4,3%
Categoría 2	0%	0%
Categoría 3	61,1%	23,9%
Categoría 4	8,3%	13%
Categoría 5	0%	0%
Categoría 6	0%	2,2%
Categoría 7	11,1%	39,1%
Categoría 8	5,6%	2,2%
Categoría 9	13,9%	15,2%

Se deja aclarado que los ítems 3.1 – 3.2 – 3.3 los responde únicamente el grupo de encuestados que en la pregunta 2 hizo opción por la alternativa que señalaba como causa de la transformación espontánea del sistema que se presentó en la pregunta 1 un enlace químico entre los átomos. De tales alumnos 26 pertenecen al Grupo I y 20 al Grupo II

El **Cuadro 11** incluye los resultados de las respuestas obtenidas a la pregunta 3.1 (responden un total de alumnos de GI: 25; GII: 19). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 11

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse	16%	36,8%
b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse	64%	26,4%
c- Depende de cual sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse	20%	36,8%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,122$)

El **Cuadro 12** incluye los resultados de cruzar las respuestas obtenidas a la pregunta 3.1 con las respuestas a la pregunta 1 (responden ambas cuestiones un total de alumnos de GI: 24; GII: 19). Con fondo gris las respuestas del GI

Cuadro 12

Pregunta 1	Pregunta 3.1					
	a- Los átomos de X adquieren cargas de distinto signo para unirse		b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.		c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse.	
a- Los átomos aparecen todos juntos formando un grupo único.	4,2%	10,5%	8,3%	5,3%	0%	15,8%
b- Los átomos aparecen agrupados formando pares.	12,5%	26,3%	54,2%	15,8%	20,8%	15,8%
a y b- Son posibles las dos alternativas de representación.	0%	0%	0%	5,3%	0%	5,3%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad respecto de las respuestas que brindan los alumnos cuando se analizan ambas cuestiones en forma conjunta (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,547$)

El **Cuadro 13** incluye los resultados de las respuestas obtenidas a la pregunta 3.2 (responden un total de alumnos de GI: 25; GII: 19). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 13

Respuestas Obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Chispa eléctrica	4%	0,0%
b- Calentar	8%	0,0%
c- Ionizar	8%	31,6%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen	28%	42,1%
e- Nada	48%	15,8%
f- Otros	4%	10,5%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,396$).

El **Cuadro 14** incluye las distintas explicaciones que se obtuvieron a la elección hecha en la pregunta 3.2

Cuadro 14

Tipos de Explicaciones Obtenidas	Grupo I	Grupo II
No explica	32,0%	52,6%
a- Necesario entre átomos del mismo elemento. Tiene que haber fuerza de atracción.	8,0%	26,3%
b- Para aumentar la velocidad de la reacción.	4,0%	0%
c- Para transformar los átomos en iones	4,0%	5,3%
d- Para vencer la energía de activación	4,0%	0%
e- Para vencer fuerzas de repulsión entre los átomos	4,0%	0%
f- Es un proceso espontáneo	44,0%	10,5%
g- Depende la condición del tipo de compuesto que se forme	0%	5,3%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,608$)

El **Cuadro 15** muestra la relación entre las respuestas del Grupo I a la pregunta 3.2 y las explicaciones que dan de las mismas

Cuadro 15

Respuestas Obtenidas	Grupo I	Explicación que da el alumno*	
a- Chispa eléctrica	4,0%	a- Necesario entre átomos del mismo elemento. Tiene que haber fuerza de atracción	100%
b- Calentar	8,0%	No explica	50%
		b- Para aumentar la velocidad de reacción	50%
c- Ionizar	8,0%	No explica	50%
		c- Para transformar los átomos en iones	50%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen	28,0%	No explica	57,1%
		a- Necesario entre átomos del mismo elemento. Tiene que haber fuerza de atracción	14,3%
		d- Para vencer la energía de activación	14,3%
		e- Para vencer fuerzas de repulsión	14,3%
e- Nada	48,0%	No explica	8,3%
		f- Es un proceso espontáneo	91,7%
f- Otros	4,0%	No explica	100%

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo I sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 3.2 que figura en la columna de la izquierda correspondiente

El **Cuadro 16** muestra la relación entre las respuestas del Grupo II a la pregunta 3.2 y las explicaciones que dan de las mismas

Cuadro 16

Respuestas Obtenidas	Grupo II	Explicación que da el alumno*	
a- Chispa eléctrica	0,0%		
b- Calentar	0,0%		
c- Ionizar	31,6%	No explica	83,3%
		c- Para transformar los átomos en iones	16,7%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen	42,1%	No explica	37,5%
		a- Necesario entre átomos del mismo elemento. Tiene que haber fuerza de atracción	62,5%
e- Nada	15,8%	No explica	33,3%
		f- Es un proceso espontáneo	66,7%
f- Otros	10,5%	No explica	50%
		g- Depende la condición del tipo de compuesto que se forme	50%

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo II sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 3.2 que figura en la columna de la izquierda correspondiente

El **Cuadro 17** incluye los resultados de las respuestas obtenidas a la pregunta 3.3 (responden un total de alumnos de GI: 24; GII: 17). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 17

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- En el esquema los átomos aparecen juntos sin modificar su estructura.	45,8%	58,8%
b- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen unidos.	12,5%	11,8%
c- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen más cerca.	41,7%	23,5%
d- En el esquema los átomos parecen haberse unido formando átomos mayores con un solo núcleo y una sola nube electrónica	0%	5,9%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,850$)

El **Cuadro 18** muestra las explicaciones que dieron los alumnos de su opción a la pregunta 3.3.

Cuadro 18

Explicación obtenida	Grupo I	Grupo II
No explica	29,2%	70,6%
a- Se forman enlaces. Comparten electrones	20,8%	23,5%
b- Hay reestructuración de la nube electrónica. Orbitales moleculares	25,0%	0%
c- Reestructuración de la nube electrónica y en la ubicación de los núcleos	20,8%	0%
d- Se forma una nueva sustancia	0%	5,9%
e- Toma esa opción pues no sabe la identidad de los átomos	4,2%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,170$)

El **Cuadro 19** muestra la relación entre las opciones que los alumnos del Grupo I hacen en la pregunta 3.3 y las explicaciones que dan de la misma.

Cuadro 19

Respuestas obtenidas	Grupo I	Explicación que dan los alumnos*	
a- En el esquema los átomos aparecen juntos sin modificar su estructura.	45,8%	No explica	27,3%
		Se forman enlaces. Comparten electrones	36,4%
		Hay reestructuración de la nube electrónica. Orbitales moleculares	27,3%
		Toma esa opción pues no sabe la identidad de los átomos	9,1%
b- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen unidos.	12,5%	No explica	33,3%
		Hay reestructuración de la nube electrónica. Orbitales moleculares	33,3%
		Reestructuración de la nube electrónica y en la ubicación de los núcleos	33,3%
c- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen más cerca.	41,7%	No explica	30%
		Se forman enlaces. Comparten electrones.	10,0%
		Hay reestructuración de la nube electrónica. Orbitales moleculares	20,0%
		Reestructuración de la nube electrónica y en la ubicación de los núcleos	40,0%
d- En el esquema los átomos parecen haberse unido formando átomos mayores con un solo núcleo y una sola nube electrónica.		0,0%	

*los porcentajes de la esta columna no se refieren al total de encuestados del Grupo I sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 3.3 que figura a su izquierda

El **Cuadro 20** muestra la relación entre las opciones que los alumnos del Grupo II hacen en la pregunta 3.3 y las explicaciones que dan de la misma.

Cuadro 20

Respuestas obtenidas	Grupo II	Explicación que dan los alumnos*	
a- En el esquema los átomos aparecen juntos sin modificar su estructura.	58,8%	No explica	70,0%
		Se forman enlaces. Comparten electrones	30,0%
b- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen unidos.	11,8%	No explica	100%
c- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen más cerca.	23,5%	No explica	75,0%
		Se forman enlaces. Comparten electrones	25,0%
d- En el esquema los átomos parecen haberse unido formando átomos mayores con un solo núcleo y una sola nube electrónica	5,9%	Se forma una nueva sustancia	100%

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo II sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 3.3 que figura a su izquierda.

El **Cuadro 21** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 4 (responden un total de alumnos de GI: 35; GII: 45). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 21

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Los átomos aparecen agrupados formando pares.	88,6%	82,2%
b- Los átomos aparecen todos juntos formando un grupo único	2,9%	13,3%
a y b- Ambas alternativas de representación son posibles.	8,6%	4,4%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,452$)

El **Cuadro 22** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 5 (responden un total de alumnos de GI: 37; GII: 44). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 22

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Cambio de estado de agregación.	13,5%	13,6%
b- Enlace Químico.	81,1%	86,4%
a y b- Ambas alternativas son posibles.	5,4%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,657$)

El **Cuadro 23** incluye los resultados de cruzar las respuestas de los individuos del GI a las preguntas 4 y 5 (total de individuos que responden ambas cuestiones GI: 35, GII: 44). Con fondo gris las respuestas de los individuos del GI.

Cuadro 23

Respuestas a la Pregunta 4	Respuestas a la Pregunta 5					
	a- Cambio de estado de agregación		b- Enlace químico		a y b- Son posibles las dos alternativas	
a- Los átomos aparecen agrupados formando pares.	8,6%	6,8%	80,0%	75,0%	0%	0%
b- Los átomos aparecen todos juntos formando un grupo único.	2,9%	6,8%	0%	6,8%	0%	0%
a y b- Son posibles las dos alternativas de respuesta.	0%	0%	2,9%	4,5%	5,7%	0%

El **Cuadro 24** clasifica los resultados ya expuestos en el Cuadro 23 según las categorías en que se propusieron en la discusión de la pregunta 5 (total de individuos que responden ambas cuestiones, GI: 35, GII: 44)

Cuadro 24

Categoría	GI	GII
Categoría 1	5,7%	0%
Categoría 2	2,9%	4,5%
Categoría 3	80,0%	75,0%
Categoría 4	0%	6,8%
Categoría 5	0%	0%
Categoría 6	0%	0%
Categoría 7	2,9%	6,8%
Categoría 8	0%	0%
Categoría 9	8,6%	6,8%

Se deja aclarado que los ítems 6.1 – 6.2 – 6.3 los responde únicamente el grupo de encuestados que en la pregunta 5 hizo opción por la alternativa b. La misma señalaba como causa de la transformación espontánea del sistema, que se presentó en la pregunta 4, un enlace químico entre los átomos. De tales alumnos 32 pertenecen al Grupo I y 38 al Grupo II.

El **Cuadro 25** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 6.1 (responden un total de alumnos de GI: 28, GII: 36). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 25

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Los átomos de A y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.	32,1%	61,1%
b- No es necesario que los átomos de A y B adquieran cargas para unirse.	10,7%	5,6%
c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de A y de B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.	57,1%	33,3%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,15$)

El **Cuadro 26** incluye los resultados de cruzar las respuestas obtenidas a la pregunta 6.1 con las respuestas a la pregunta 4 (responden ambas cuestiones un total de alumnos de GI: 27; GII: 36). Con fondo gris las respuestas del GI

Cuadro 26

Pregunta 4	Pregunta 6.1					
	a- Los átomos de a y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.		b- No es necesario que los átomos de A y B adquieran cargas para unirse.		c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de A y B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.	
a- Los átomos aparecen todos juntos formando un grupo único.	0%	2,8%	0%	0%	0%	5,6%
b- Los átomos aparecen agrupados formando pares.	33,3%	52,8%	11,1%	5,6%	48,1%	27,8%
a y b- Son posibles las dos alternativas de representación.	0%	5,6%	0%	0%	7,4%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad respecto de las respuestas que brindan los alumnos cuando se analizan ambas cuestiones en forma conjunta (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,723$)

El **Cuadro 27** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 6.2 (responde un total de alumnos de GI: 26; GII: 34). No responden la cuestión un total de 6 alumnos del GI - 18,8% del total- y 4 alumnos del GII - 10,5% del total. Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 27

Respuestas Obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- Chispa eléctrica.	0%	5,9%
b- Calentar.	7,7%	0%
c- Ionizar.	19,2%	38,2%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.	26,9%	14,7%
e- Nada.	42,3%	32,4%
f- Otros.	3,8%	8,8%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,693$)

El **Cuadro 28** incluye las distintas explicaciones que se obtuvieron a la elección hecha en la pregunta 6.2.

Cuadro 28

Respuestas Obtenidas	Grupo I	Grupo II
No explica.	34,6%	32,4%
a- Se forma un compuesto iónico. La energía cinética hace que se unan.	7,7%	35,3%
b- Incentivar para que se produzca la reacción. Aumentar la probabilidad de formación de enlaces.	15,4%	5,9%
c- Es una reacción espontánea.	26,9%	17,6%
d- Confunde velocidad de reacción con espontaneidad. Hace referencia al agua.	7,7%	2,9%
e- Superar la energía de activación.	3,8%	0%
f- Depende la condición de los elementos que sean A y B.	3,8%	5,9%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,579$)

El **Cuadro 29** muestra la relación entre las respuestas del Grupo I a la pregunta 6.2 y las explicaciones que dan de las mismas

Cuadro 29

Respuestas Obtenidas	Grupo I	Explicación que da el alumno*	
a- Chispa eléctrica.	0%		
b- Calentar.	7,7%	b- Incentivar para que reaccione. Aumentar la probabilidad de	100%
c- Ionizar.	19,2%	No explica.	40,0%
		a- Se forma un compuesto iónico. La energía cinética hace que se unan.	40,0%
		b- incentivar para que reaccione. Aumentar la probabilidad de...	20,0%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.	26,9%	No explica.	42,9%
		b- Incentivar para que reacciones. Aumentar la probabilidad de...	14,3%
		d- Confunde velocidad de reacción con espontaneidad. Referencia al agua.	28,6%
		e- Superar energía activación.	14,3%
e- Nada.	42,3%	No explica.	36,4%
		c- Reacción espontánea.	63,6%
f- Otros.	3,8%	f- Depende del elemento que sea A y B.	100%

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo I sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 6.2 que figura en la columna de la izquierda correspondiente

El **Cuadro 30** muestra la relación entre las respuestas del Grupo II a la pregunta 6.2 y las explicaciones que dan de las mismas

Cuadro 30

Respuestas Obtenidas	Grupo II	Explicación que da el alumno*	
a- Chispa eléctrica.	5,9%	No explica.	50,0%
		d- Confunde velocidad de reacción con espontaneidad.	50,0%
b- Calentar.	0%		
c- Ionizar.	38,2%	No explica.	30,8%
		a- Se forma un compuesto iónico. La energía cinética hace que se unan.	62,5%
		f- Depende del elemento que sea A y B.	7,7%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.	14,7%	No explica.	20,0%
		a- Se forma un compuesto iónico. La energía cinética hace que se unan.	40,0%
		b- Incentivar para que reacciones. Aumentar la probabilidad de...	40,0%
e- Nada.	32,4%	No explica.	27,3%
		a- Se forma un compuesto iónico. La energía cinética hace que se unan.	18,2%
		c- reacción espontánea.	54,5%
f- Otros.	8,8%	No explica.	66,7%
		f- Depende del elemento que sea A y B.	33,3%

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo II sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 6.2 que figura en la columna de la izquierda correspondiente

El **Cuadro 31** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 6.3 (el total de alumnos que responden a esta pregunta es de GI: 30 y GII. 33). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 31

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
a- En el esquema los átomos aparecen juntos sin modificar su estructura.	43,3%	51,5%
b- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen unidos.	26,7%	21,2%
c- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen más cerca.	13,3%	21,2%
El alumno considera posibles las alternativas a y b.	3,3%	6,1%
El alumno considera posibles las alternativas b y c.	3,3%	0%
El alumno considera posibles las alternativas b y d.	10,0%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p=0,857$)

El **Cuadro 32** incluye las distintas explicaciones que se obtuvieron a la elección hecha en la pregunta 6.3.

Cuadro 32

Explicaciones obtenidas	Grupo I	Grupo II
No explica.	30,0%	12,1%
a- Se unen por enlace iónico.	3,3%	6,1%
b- Uno de los átomos tiene carga positiva mayor y distorsiona la nube electrónica.	3,3%	0%
c- Depende del tipo de átomos unidos.	3,3%	0%
d- Los átomos comparten electrones.	30,0%	36,4%
e- Hay una reestructuración de la nube electrónica.	3,3%	15,2%
f- hay una reestructuración de los núcleos y de la nube electrónica.	10,0%	3,0%
g- Se forman compuestos diferentes.	16,7%	12,1%
h- Los átomos se unen por completo desde el núcleo hasta los electrones.	0%	6,1%
i- Los átomos se unen.	0%	6,1%
j- Reacciona metal con no metal y los átomos tienden a repelerse.	0%	3,0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,929$)

El **Cuadro 33** muestra la relación entre las respuestas del Grupo I a la pregunta 6.3 y las explicaciones que dan de las mismas

Cuadro 33

Respuestas obtenidas	Grupo I	Explicación que da el alumno*	
a- En el esquema los átomos aparecen juntos sin modificar su estructura.	43,3%	No explica.	30,8%
		b- Comparten electrones.	61,5%
		f- Se forman compuestos diferentes.	7,7%
b- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen unidos.	26,7%	No explica.	50,0%
		b- Comparten electrones.	12,5%
		d- Reestructuración núcleo y nube...	12,5%
		c- Reestructuración nube electrónica.	12,5%
		f- Se forman compuestos diferentes.	12,5%
c- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen más cerca.	13,3%	No explica.	25,0%
		e- Se unen por enlace iónico.	25,0%
		d- Reestructuración núcleos y nube...	25,0%
		f- Se forman compuestos diferentes.	25,0%
El alumno considera posibles las alternativas a y b.	3,3%	d- Reestructuración núcleos y nube...	100%
El alumno considera posibles las alternativas b y c.	3,3%	g- Depende del tipo de átomos...	100%
El alumno considera posibles las alternativas b y d.	10,0%	h- Uno de los átomos tiene mayor...	33,3%
		f- se forman compuestos diferentes.	66,7%

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo I sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 6.3 que figura en la columna de la izquierda correspondiente

El **Cuadro 34** muestra la relación entre las respuestas del Grupo II a la pregunta 6.3 y las explicaciones que dan de las mismas

Cuadro 34

Respuestas obtenidas	Grupo II	Explicación que da el alumno*	
a- En el esquema los átomos aparecen juntos sin modificar su estructura.	51,5%	No explica.	11,8%
		e- Se unen por enlace iónico.	11,8%
		b- Comparten electrones.	41,2%
		c- Reestructuración nube electrónica.	5,9%
		f- Se forman compuestos diferentes.	11,8%
		j- Los átomos se unen...	11,8%
		i- Los átomos se unen.	5,9%
b- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen unidos.	21,2%	No explica.	14,3%
		b- Comparten electrones.	42,9%
		c- Reestructuración nube electrónica.	28,6%
		k- Reacciona el metal con el no metal...	14,3%
c- En el esquema los átomos aparecen juntos, se modifica la estructura de la nube electrónica y los núcleos aparecen más cerca.	21,2%	No explica.	14,3%
		d- Reestructuración núcleos y nube...	14,3%
		c- Reestructuración nube electrónica.	28,6%
		f- Se forman compuestos diferentes.	28,6%
		i- Los átomos se unen.	14,3%
El alumno considera posibles las alternativas a y b.	6,1%	b- comparten electrones.	100%
El alumno considera posibles las alternativas b y c.		0%	
El alumno considera posibles las alternativas b y d.		0%	

*los porcentajes de la columna no se refieren al total de encuestados del Grupo II sino solo a quienes hacen la opción en la pregunta 6.3 que figura en la columna de la izquierda correspondiente

El **Cuadro 35** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 7 (responden un total de alumnos de GI: 36; GII: 41). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 35

Resultados obtenidos	Grupo I	Grupo II
a- Porque el yodo es un no metal y el plomo es un metal y es natural que se atraigan.	8,3%	17,1%
b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.	13,9%	14,6%
c- Forman una red cristalina iónica.	38,9%	29,3%
d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.	30,6%	36,6%
Elige las alternativas a y d.	2,8%	2,4%
Elige las alternativas c y d.	5,6%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,846$)

El **Cuadro 36** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 8-a (los porcentajes se calcularon sobre el total de ambas muestras respondieron la pregunta GI: 29, GII: 27). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 36

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
No responde.	23,7%	41,3%
Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso químico.	71,1%	41,3%
Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso físico.	5,3%	17,4%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,029$)

El **Cuadro 37** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 8-b. Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 37

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
No responde.	0%	19,6%
Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno se suman.	0%	8,7%
Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno se condensan.	0%	2,2%
Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno se agrupan.	5,3%	10,9%
Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno se enlazan químicamente.	94,7%	58,7%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,302$)

El **Cuadro 38** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 8-c. Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 38

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
No responde.	5,3%	30,4%
Para formar dicha molécula los átomos deben adquirir cargas de distinto signo.	10,5%	30,4%
Para formar dicha molécula los átomos no deben adquirir cargas de distinto signo.	84,2%	39,1%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,003$)

El **Cuadro 39** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 8-d. Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 39

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
No responde.	0%	23,9%
Todo lo antes dicho puede ocurrir espontáneamente, ya que el sistema evoluciona solo.	78,9%	50%
Todo lo antes dicho no puede ocurrir espontáneamente, ya que el sistema debe recibir energía.	21,1%	26,1%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,158$)

El **Cuadro 40** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 9-a (responden un total de alumnos de GI: 37; GII: 43). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 40

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
Es verdad que: para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.	13,5%	30,2%
Es falso que: para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deban primero transformarse en iones de distinto signo.	86,5%	69,8%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,063$)

El **Cuadro 41** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 9-b (responden un total de alumnos de GI: 37; GII: 41). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 41

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
Es verdad que: para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.	16,2%	39%
Es falso que: para que se unan átomos de un mismo elemento sea necesario siempre proporcionar energía. Tal unión puede ser entonces un proceso espontáneo.	83,8%	61%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,023$)

El **Cuadro 42** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 9-c (responden un total de alumnos de GI: 36; GII: 43). Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 42

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
Es verdad que: para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones.	41,7%	51,2%
Es falso que: para que dos átomos de elementos diferentes se unan deban siempre primero transformarse en iones.	58,3%	48,8%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,269$)

El **Cuadro 43** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 10. Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 43

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
No responde	5,3%	15,2%
Las diferencias entre el diamante y el grafito (en el texto de la pregunta se hace expresa referencia a su dureza) pueden explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico.	44,7%	45,7%
Las diferencias entre el diamante y el grafito (en el texto de la pregunta se hace expresa referencia a su dureza) no pueden explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico.	50% (52,8%)	39,1% (46,2%)

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba exacta de Fisher – Irwin $p = 0,366$)

El **Cuadro 44** incluye las distintas explicaciones que se obtuvieron a la elección hecha en la pregunta 10. No se considera a quienes no contestaron la cuestión a que refiere la explicación, responden un total de 36 alumnos del GI y 39 del GII.

Cuadro 44

Explicación*	Grupo I	Grupo II
No explica.	36,1%	41,0%
<i>a- Los diferentes tipos de enlace químico determinan distintas propiedades de las sustancias.</i>	5,6%	7,7%
<i>b- Los compuestos con enlace iónico son más duros que aquellos con enlace covalente.</i>	5,6%	0%
<i>c- El enlace iónico es más fuerte que el enlace covalente.</i>	5,6%	15,4%
<i>d- El enlace covalente es más fuerte que el enlace iónico.</i>	0%	5,1%
<i>e- El diamante posee una red cristalina, el grafito no.</i>	2,8%	0%
<i>f- Las fuerzas intermoleculares influyen en la composición de las sustancias.</i>	0%	2,6%
<i>g- El tipo de enlace es el mismo, covalente, pero la estructura de las sustancias es distinta.</i>	38,9%	25,6%
<i>h- El diamante y el grafito son distintas variedades alotrópicas.</i>	2,8%	2,6%
<i>i- El grafito presenta un enlace tipo covalente y el diamante una unión tipo atómica.</i>	2,8%	0%

*Las explicaciones escritas en negrilla, identificadas con las letras a - b - c - d - e y f, corresponden a alumnos que han contestado que efectivamente las diferencias entre el diamante y el grafito se deben a que el primero presenta un enlace de tipo iónico y el segundo un enlace de tipo covalente, las demás, opciones g - h - i, a quienes consideran desacertada tal proposición.

El **Cuadro 45** recoge las respuestas obtenidas a la pregunta 11. Con fondo gris las concepciones alternativas encontradas

Cuadro 45

Respuestas obtenidas	Grupo I	Grupo II
No responde.	5,3%	15,2%
Cloruro de sodio.	34,2%	45,7%
Mol de cloruro de sodio.	13,2%	0%
Molécula de cloruro de sodio.	26,3%	37,0%
Ión cloruro y ion sodio.	2,6%	2,2%
Cristal de cloruro de sodio.	15,8%	0%
Celda de cloruro de sodio.	2,6%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de homogeneidad (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,065$).

A modo de resumen de información en el **Cuadro 46** se realiza un listado de los resultados del test de homogeneidad aplicado a las preguntas del cuestionario de evaluación. Se han señalado con gris aquellas en las cuales se encontró evidencia estadística para rechazar la hipótesis que las muestras de ambos grupos de alumnos son homogéneas

Cuadro 46

Pregunta 1	Explicación 6.2
Pregunta 2	Pregunta 6.3
Pregunta 3.1	Explicación 6.3
Pregunta 1 – Pregunta 3.1	Pregunta 7
Pregunta 3.2	Pregunta 8-a
Explicación 3.2	Pregunta 8-b
Pregunta 3.3	Pregunta 8-c
Explicación 3.3	Pregunta 8-d
Pregunta 4	Pregunta 9-a
Pregunta 5	Pregunta 9-b
Pregunta 6.1	Pregunta 9-c
Pregunta 4 – Pregunta 6.1	Pregunta 10
Pregunta 6.2	Pregunta 11

En el **Cuadro 47** se compila en un listado los pares de preguntas que se analizaron con un test de independencia, y los resultados del mismo para cada grupo de alumnos. Con gris aquellos pares en los cuales se encontró evidencia estadística para rechazar la hipótesis que la respuesta a las preguntas es independiente.

Cuadro 47

Materia analizada	Preguntas	GI	GII
Tipo de enlace que existe entre átomos de un mismo elemento	Pregunta 3.1 – Pregunta 8.c	0,925	0,548
	Pregunta 3.1 – Pregunta 9.a	0,4	0,903
	Pregunta 8.c – Pregunta 9.a	0,084	$< 10^{-4}$
	Pregunta 10 – Pregunta 3.1	0,224	0,271
	Pregunta 10 – Pregunta 8.c	0,301	0,131
	Pregunta 10 – Pregunta 9.a	0,019	0,337
Tipo de enlace que existe entre átomos de elementos distintos	Pregunta 6.1- Pregunta 9.c	0,149	0,285
Viabilidad de la unión entre átomos de un mismo elemento como un proceso espontáneo	Pregunta 3.2 – Pregunta 8.d	0,282	0,949
	Pregunta 3.2 – Pregunta 9.b	0,686	0,890
	Pregunta 8.d – Pregunta 9.b	0,013	$< 10^{-4}$
Formación molécula oxígeno (proceso Físico o Químico)	Pregunta 8.a – Pregunta 8.b	0,948	0,183
Existencia de moléculas en las sustancias unidas por enlace iónico	Pregunta 11 – Pregunta 8-c	0,771	0,589
	Pregunta 11 – Pregunta 9-a	0,565	0,879
	Pregunta 8.c – Pregunta 9.a	0,084	$< 10^{-4}$

A fin de poder apreciar en una tabla única los resultados de los dos grupos de alumnos encuestados al cruzar sus respuestas a distintas preguntas analizadas con el test de independencia se han dispuesto en columnas con fondo gris los porcentajes del grupo de estudiantes universitarios (GI) y en columnas con fondo blanco los porcentajes del grupo de ingresantes (GII).

Siguiendo la línea mantenida en los test de homogeneidad no han sido tenidos en cuenta, ni constan en los respectivos porcentajes, aquellos alumnos que no han dado respuesta efectiva a las preguntas que se analizan en cada tabla.

El **Cuadro 48** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 3.1 y 8-c (responde un total de alumnos de GI: 24; GII: 13).

Cuadro 48

Pregunta 3.1	Pregunta 8-c			
	Para formar la molécula de oxígeno los átomos deben adquirir cargas de distinto signo.		Para formar la molécula de oxígeno los átomos no deben adquirir cargas de distinto signo.	
a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.	4,2%	23,1%	12,5%	7,7%
b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.	8,3%	7,7%	58,3%	23,1%
c- Depende de cual sea la identidad de X para determinar si adquieren cargas o no para unirse.	4,2%	7,7%	12,5%	30,8%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,925$ GI y $p = 0,548$ GII).

El **Cuadro 49** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 3.1 y 9-a (responde un total de alumnos de GI: 24; GII: 17).

Cuadro 49

Pregunta 3.1	Pregunta 9-a			
	Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.		Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula no deben primero transformarse en iones de distinto signo.	
a- los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.	8,3%	11,8%	8,3%	17,6%
b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.	4,2%	5,9%	62,5%	23,5%
c- Depende de cual sea la identidad de X para determinar si adquieren cargas o no para unirse	4,2%	5,9%	12,5%	35,3%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,4$ GI y $p = 0,903$ GII).

El **Cuadro 50** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 8-c y 9-a (responde un total de alumnos de GI: 36; GII: 32).

Cuadro 50

Pregunta 9-a	Pregunta 8-c			
	Para formar la molécula de oxígeno los átomos deben adquirir cargas de distinto.		Para formar la molécula de oxígeno los átomos no deben adquirir cargas de distinto.	
Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.	5,6%	25,0%	8,3%	0%
Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula no deben primero transformarse en iones de distinto signo.	5,6%	18,8%	80,6%	56,3%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia en el GI (prueba exacta de Fisher-Irwin $p = 0,084$). Pero si se posee evidencia estadística como para rechazar la hipótesis de independencia en el GII (prueba exacta de Fisher-Irwin $p = <10^{-4}$ GII).

El **Cuadro 51** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 3.1 y 10 (responden ambas un total de alumnos de GI: 23; GII: 15).

Cuadro 51

Pregunta 10	Pregunta 3.1					
	a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.		b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.		c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren cargas o no para unirse.	
Las diferencias entre el diamante y el grafito se explican porque en el grafito los átomos de carbono se unen por enlace covalente y en el diamante por enlace iónico.	17,4%	6,7%	21,7%	6,7%	8,7%	33,3%
Las diferencias entre el diamante y el grafito no se explican porque en el grafito los átomos de carbono se unan por enlace covalente y en el diamante por enlace iónico.	0%	26,7%	39,1%	20,0%	13,0%	6,7%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia en el GI (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,225$), ni en el GII (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,271$)

El **Cuadro 52** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 10 y 8-c (responden ambas un total de GI: 34; GII: 29)

Cuadro 52

Pregunta 10	Pregunta 8-c			
	Para formar la molécula de oxígeno los átomos deben adquirir cargas de distinto.		Para formar la molécula de oxígeno los átomos no deben adquirir cargas de distinto	
Las diferencias entre el diamante y el grafito se explican porque en el grafito los átomos de carbono se unen por enlace covalente y en el diamante por enlace iónico.	8,8%	31,0%	41,2%	27,6%
Las diferencias entre el diamante y el grafito no se explican porque en el grafito los átomos de carbono se unan por enlace covalente y en el diamante por enlace iónico.	2,9%	10,3%	47,1%	31,0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia en el GI (prueba de exacta de Fisher-Irwin $p = 0,301$), ni en el GII (prueba exacta de Fisher-Irwin $p = 0,131$)

El **Cuadro 53** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 10 y 9-a (responden ambas un total de GI: 35; GII: 38)

Cuadro 53

Pregunta 10	Pregunta 9-a			
	Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo		Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula no deben primero transformarse en iones de distinto signo	
Las diferencias entre el diamante y el grafito se explican porque en el grafito los átomos de carbono se unen por enlace covalente y en el diamante por enlace iónico.	14,3%	13,2%	34,3%	42,1%
Las diferencias entre el diamante y el grafito no se explican porque en el grafito los átomos de carbono se unan por enlace covalente y en el diamante por enlace iónico.	0%	15,8%	51,4%	28,9%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia en el GI (prueba de exacta de Fisher-Irwin $p = 0,019$), pero no en el GII (prueba exacta de Fisher-Irwin $p = 0,337$)

El **Cuadro 54** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 6-1 y 9-c (responde un total de alumnos de GI: 27; GII: 35).

Cuadro 54

Pregunta 6-1	Pregunta 9-c			
	Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones.		Para que dos átomos de elementos diferentes se unan no deben siempre primero transformarse en iones.	
a- Los átomos de A y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.	22,2%	40%	11,1%	20%
b- No es necesario que los átomos de A y b adquieran cargas para unirse.	3,7%	2,9%	7,4%	2,9%
c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de a y de B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.	11,1%	11,4%	44,4%	22,9%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,149$ GI y $p = 0,285$ GII).

El **Cuadro 55** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 3-2 y 8-d (responde un total de alumnos de GI: 25; GII: 13).

Cuadro 55

Pregunta 3-2	Pregunta 8-d			
	La formación de una molécula de oxígeno puede ocurrir en forma espontánea.		La formación de una molécula de oxígeno no puede ocurrir en forma espontánea	
a- Chispa eléctrica.	4,0%	0%	0%	0%
b- Calentar.	4,0%	0%	4,0%	0%
c- Ionizar.	8,0%	15,4%	0%	7,7%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.	12,0%	15,4%	16,0%	30,8%
e- Nada.	48,0%	15,4%	0%	7,7%
f- Otros.	0%	7,7%	4,0%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,282$ GI y $p = 0,949$ GII).

El **Cuadro 56** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 3-2 y 9-b (responde un total de alumnos de GI: 24; GII: 17).

Cuadro 56

Pregunta 3.2	Pregunta 9-b			
	Para que se unan átomos de un mismo elemento no es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión puede ser un proceso espontáneo.		Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.	
a- Chispa eléctrica.	4,2%	0%	0%	0%
b- Calentar	8,3%	0%	0%	0%
c- Ionizar.	4,2%	11,8%	4,2%	11,8%
d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.	16,7%	11,8%	8,3%	11,8%
e- Nada.	50,0%	11,8%	0%	5,9%
f- Otros.	0%	5,9%	4,2%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,686$ GI y $p = 0,89$ GII).

El **Cuadro 57** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 8-d y 9-b (responde un total de alumnos de GI: 37; GII: 33).

Cuadro 57

Pregunta 8-d	Pregunta 9-b			
	Para que se unan átomos de un mismo elemento no es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión puede ser un proceso espontáneo.		Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.	
La formación de una molécula de oxígeno puede ocurrir en forma espontánea.	73,0%	63,6%	5,4%	3,0%
La formación de una molécula de oxígeno no puede ocurrir en forma espontánea.	10,8%	6,1%	10,8%	27,3%

Se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba exacta de Fisher-Irwin $p = 0,013$ GI y $p < 10^{-4}$ GII).

El **Cuadro 58** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 8-a y 8-b (responde un total de alumnos de GI: 29; GII: 27).

Cuadro 58

Pregunta 8-a	Pregunta 8-b							
	Para formar dicha molécula los át. Se suman		Para formar dicha molécula los át. Se condensan		Para formar dicha molécula los át. Se agrupan		Para formar dicha molécula los át. Se enlazan qcamente.	
Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso químico	0%	3,7%	0%	3,7%	3,4%	7,4%	89,7%	55,6%
Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso físico.	0%	3,7%	0%	0%	3,4%	7,4%	3,4%	18,5%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,183$ GI y $p = 0,948$ GII).

át. = átomo

qcamente = químicamente

El **Cuadro 59** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 11 y 8-c (responde un total de alumnos de GI: 30; GII: 34).

Cuadro 59

Pregunta 11	Pregunta 8-c			
	Para formar la molécula de oxígeno los átomos deben adquirir cargas de distinto.		Para formar la molécula de oxígeno los átomos no deben adquirir cargas de distinto signo	
Cloruro de sodio	2,9%	26,7%	35,3%	23,3%
Mol de cloruro de sodio	2,9%	0%	5,9%	0%
Molécula de cloruro de sodio	2,9%	13,3%	26,5%	33,3%
Ion cloruro y ion sodio	0%	3,3%	2,9%	0%
Cristal de cloruro de sodio	2,9%	0%	14,7%	0%
Celda de cloruro de sodio	0%	0%	2,9%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,771$ GI y $p = 0,589$ GII).

El **Cuadro 60** recoge en forma conjunta las respuestas obtenidas a la pregunta 11 y 9-a (responde un total de alumnos de GI: 35; GII: 38).

Cuadro 60

Pregunta 11	Pregunta 9-a			
	Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo		Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula no deben primero transformarse en iones de distinto signo	
Cloruro de sodio	2,9%	13,2%	34,3%	39,5%
Mol de cloruro de sodio	2,9%	0%	8,6%	0%
Molécula de cloruro de sodio	5,7%	13,2%	22,9%	31,6%
Ion cloruro y ion sodio	0%	2,6%	2,9%	0%
Cristal de cloruro de sodio	2,9%	0%	14,3%	0%
Celda de cloruro de sodio	0%	0%	2,9%	0%

No se ha encontrado evidencia como para rechazar la hipótesis de independencia (prueba de χ^2 con corrección de Yates $p = 0,565$ GI y $p = 0,879$ GII).

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Discusión de los Resultados

Discusión de los Resultados

El análisis de las respuestas obtenidas a la pregunta 1 del instrumento de evaluación revela que es más correcto para los alumnos de nivel universitario (comparado con los alumnos ingresantes) que un sistema formado por átomos dispersos de un mismo elemento evolucione espontáneamente hacia otro donde tales átomos aparecen formando moléculas (75,7% GI - 41,3% GII) frente a la alternativa que, una vez finalizada la evolución, los átomos formen un solo grupo. Más de la mitad de los alumnos ingresantes considera que el único estado final posible es éste último (52,2%). Las proporciones de respuestas de ambos grupos no son homogéneas ($p=0,012$).

De igual modo los alumnos universitarios identifican mayoritariamente como causa de tal evolución (pregunta 2) el enlace químico entre los átomos (70,3% GI - 37% GII) prefiriéndolo a un cambio de estado de agregación, alternativa ésta que resulta la más aceptada por más de la mitad de los alumnos ingresantes (29,7%GI – 56,5% GII). En este caso también las proporciones de respuesta de ambos grupos resultan no homogéneas ($p=0,025$).

En cambio, cuando se plantea que el sistema que evoluciona espontáneamente está formado por átomos dispersos de elementos distintos (pregunta 4), la idea más común en ambos grupos es que tales átomos no forman un conglomerado único (88,6%GI – 82,6%GII). En este caso como causa de la transformación (pregunta 5) unos y otros señalan en forma mayoritaria a un enlace químico entre los mismos (81,1%GI – 86,4%GII).

Al analizar en forma conjunta pares de preguntas cuya relación deja establecida la propia encuesta como son las cuestiones 1-2 y 4-5; encontramos que en uno y otro grupo el número de respuestas correctas, que son aquellas que tienen en cuenta todas las alternativas de evolución posibles, es muy pequeño. Tanto cuando el sistema que se examina es formado por átomos dispersos de un mismo elemento (respuestas correctas: 0%GI – 4,3%GII), como cuando tal sistema está formado por átomos dispersos de distintos elementos (respuestas correctas: 5,3%GI – 4,3%GII).

Tal hecho nos está mostrando que los alumnos, sobre todo aquellos de nivel universitario, no han utilizado en el análisis de las propuestas la comparación con otras situaciones donde evolucionan sistemas formados por átomos de un mismo o distintos elementos que les son familiares.

El número de respuestas correctas obtenido habla, a nuestro juicio, de una visión parcial de la química en la que hay aspectos que a sus ojos se destacan en desmedro de otros que aparecen ocultos: la formación de moléculas frente a la evolución hacia una estructura reticular, la posibilidad de una reacción química frente a un cambio de estado de agregación y viceversa.

Todo esto no hace sino reafirmar las dificultades que manifiestan los alumnos para generalizar y aplicar sus conocimientos, hecho que se evidencia al no poder transferir lo que saben respecto de átomos de elementos claramente identificados a un problema en

donde la única dificultad era que se desconocía la identidad de los elementos intervinientes.

En el análisis conjunto de las respuestas a las preguntas antes mencionadas (pregunta 1-2 y pregunta 4-5), se encontró también que en ambos casos y en ambos grupos había alumnos que suponían que un cambio de estado de agregación podía conducir a la formación de moléculas. Los porcentajes eran de 13,2%GI – 15,2%GII, si se indagaba sobre átomos de un mismo elemento, y de 7,9%GI – 6,5%GII si se requería su opinión sobre átomos de elementos distintos.

Es notable que un porcentaje similar de alumnos de ambos grupos respondan, frente a distintas cuestiones presentadas en la encuesta (preguntas: 3.1, 8-c, 9-a), que consideran que átomos de un mismo elemento se unen por enlace iónico. Dicho porcentaje fluctúa, en las diversas cuestiones, entre un 11,1% - 16,6% para el GI ($p=0,692$), y entre un 30,2% - 43,8% para el GII ($p=0,227$). Los porcentajes de los alumnos preuniversitarios no coinciden con los obtenidos de estudiantes españoles de la misma edad (0% en De Posada, 1999), aún frente a cuestiones similares.

La semejanza de tales porcentajes no nos debe llevar a suponer que existe coherencia en las ideas sustentadas por los alumnos; el análisis por pares de dichas preguntas, con un test de independencia, demuestra que la respuesta que brindan a una cuestión no guarda relación con la que dan a otra.

En otra propuesta (pregunta 10), donde se destacan las diferencias que existen entre dos sustancias formadas sólo por átomos de un mismo elemento, el porcentaje de alumnos del GI que considera que en una de ellas hay un enlace químico de tipo iónico aumenta (44,7%). Entre tanto el porcentaje de alumnos del GII se mantiene (45,7%) en niveles similares al de las cuestiones anteriores. A estos resultados contribuye la formulación de juicios basados en las apariencias percibidas (diferencias entre ambas sustancias) más que en la realidad subyacente (ambas están formadas por átomos de un mismo elemento); centran su atención en las diferencias y no consideran como elemento importante para tomar una decisión las similitudes existentes.

Pese a que en todos los casos el porcentaje de alumnos de nivel universitario que se inclinan por el enlace iónico es menor que el de alumnos ingresantes, ello es estadísticamente significativo sólo frente a una pregunta (pregunta 8-c, $p=0,003$), donde se identifica claramente la sustancia sobre la que se inquiere (el oxígeno).

Esto daría pie a pensar que si bien los alumnos del GI han adquirido conocimientos nuevos respecto de los alumnos del GII, no transfieren dichos conocimientos a situaciones nuevas, dado que, en cada una de las actividades en las que no se identifica a los átomos de un mismo elemento que intervienen en un enlace químico (pregunta 3.1 y 9-a) las muestras de ambos grupos resultan homogéneas y pertenecen, por tanto, a poblaciones con ideas similares.

Las réplicas obtenidas más bien guardan relación con el aprendizaje memorístico, lo que se evidencia claramente al aparecer respuestas en que un tipo determinado de sustancia se considera unida por tal o cual tipo de enlace, pero no se establecen relaciones significativas con todas aquellas sustancias que comparten con ella una misma estructura, hecho que resalta a partir de los resultados de los test de independencia sobre las preguntas 3.1, 8-c y 9-a.

Si la cuestión sobre el enlace involucra átomos de elementos diferentes (pregunta 6.1 y 9-c), el porcentaje de alumnos que consideran como única posibilidad de unión entre los mismos el enlace iónico crece en ambos grupos, fluctuando entre un 32,1%-41,7% GI y

un 61,1%-51,2% GII. En ambas preguntas las muestras resultan homogéneas y, por tanto, obtenidas de poblaciones con ideas similares ($p=0,15$).

Nuevamente tal semejanza de los porcentajes de respuesta no nos debe llevar a engaño sobre la coherencia de las opiniones de los alumnos, pues en ambos casos el test de independencia demuestra que no hay relación entre las opiniones sostenidas frente a una y otra cuestión.

Ante diferentes preguntas (pregunta 3.2, 8-d y 9-b) que requieren la opinión de los alumnos sobre si consideran que la unión entre átomos de un mismo elemento puede ser un proceso espontáneo, se encuentra un porcentaje variable de individuos de ambos grupos (GI: $p=0,005$, GII: $p=0,001$) que rechaza tal propuesta y considera necesario siempre el aporte de energía al proceso descrito. Sólo en la pregunta 9-b los porcentajes de respuesta ambos para una misma cuestión resultan no homogéneos.

Los referidos porcentajes son:

- 52 % GI - 84,2% GII en la pregunta 3-2
- 21,1% GI – 26,1% GII en la pregunta 8-d
- 16,2% GI - 39% GII en la pregunta 9-b

Es notoria la semejanza de los porcentajes obtenidos en las preguntas 8-d y 9-b (GI: $p=0,596$, GII: $p=0,668$), frente a los obtenidos en la 3-2, y en este caso el test de independencia encuentra evidencia estadística suficiente para poder afirmar que hay relación entre las ideas que sostienen los alumnos en uno y otro caso.

Si la cuestión sobre la espontaneidad de un proceso se traslada a un caso donde los átomos involucrados son de elementos diferentes (pregunta 6-2), el porcentaje de alumnos que rechazan tal cosa como algo posible es de un 57,6% GI – 67,6% GII.

Resulta llamativo que los porcentajes resulten similares a las de la pregunta 3-2 (GI: $p=0,684$, GII: $p=0,194$), y ello quizá se pueda atribuir a que ambas preguntas tienen una estructura similar y plantean la cuestión exactamente del mismo modo.

Se encontró un grupo, estadísticamente significativo, mayor de alumnos ingresantes que consideraba que la formación de una molécula de oxígeno era un proceso físico (pregunta 8-a: 5,3% GI y 17,4% GII, $p=0,038$) en lugar de un proceso químico; aunque lo más notable fue el número de encuestados que evitaban responder la cuestión (23,7% GI y 41,3% GII).

Especulamos que tal hecho se podría imputar a una falta de noción clara sobre las condiciones que involucran a uno y otro fenómeno.

Si se plantea una pregunta tratando de averiguar qué proceso creen que ocurre al formarse una molécula de oxígeno (pregunta 8-b) encontramos que, un 5,3% GI y un 21,8% GII apunta como causantes a distintos procesos (se suman, se agrupan, se condensan), todos los cuales resultan incongruentes con un enlace químico entre los átomos. Los porcentajes de respuesta de ambos grupos son homogéneos para el caso y sólo un 19,6% GII no contesta ($p=0,302$).

Si bien los porcentajes para cada grupo son similares un test de independencia indica que no hay relación entre lo que contestan los alumnos en uno y otro caso (pregunta 8-a – pregunta 8-b).

Alumnos de ambos grupos consideran ante distintas preguntas que existen moléculas de sustancias iónicas, los porcentajes obtenidos (que resultan estadísticamente semejantes: GI $p=0,134$ y GII $p=0,365$) en cada caso son:

- pregunta 8-c: 10,5% GI – 30,4% GII
- pregunta 9-a: 13,5% GI – 30,2% GII
- pregunta 11: 26,3% GI – 37% GII

Este hecho se reitera cuando se analiza qué tipo de enlace químico consideran que existe entre átomos cuya representación se corresponde con la de un grupo de moléculas, ya sea que tal sistema esté formado por átomos de un mismo elemento (análisis conjunto preguntas 1 y 3.1: 12,5%GI –26,3%GII), o de elementos diferentes (análisis conjunto preguntas 4 y 6.1: 33,3%GI – 52,8%GII).

A pesar de la similitud de los porcentajes, un análisis por pares de las preguntas involucradas demuestra que no hay relación entre lo que los estudiantes contestan en uno y otro caso.

Los porcentajes de alumnos preuniversitarios obtenidos son mayores que los hallados en estudiantes españoles de edad similar (De Posada, 1999, encontró que 28% de los alumnos de COU representa como moléculas sustancias iónicas).

Destacamos el porcentaje de alumnos que, ante a la pregunta 11, no brinda ningún tipo de respuesta (5,3% GI y 15,2% GII), así como también el hecho de que frente a tal cuestión, de opción totalmente abierta, se puedan contabilizar cinco alternativas propuestas por los alumnos universitarios contra sólo dos opciones que conciben los alumnos ingresantes.

Si bien las alternativas que indican los estudiantes del GI llevan a pensar que han abandonado la imagen molecular de una sustancia iónica como es el cloruro de sodio, algunas transmiten incertidumbre sobre qué visión adoptaron los mismos del referido compuesto (ion cloruro-ion sodio, 2,6% GI y 2,2% GII; cristal de cloruro de sodio, 15,8% GI, celda de cloruro de sodio, 2,6% GI).

Como ya se comentó un porcentaje similar de alumnos de ambos grupos acuerda con la propuesta que se hace en uno de los ítems del cuestionario (pregunta 10), la cual indica que las diferencias de dureza entre el diamante y el grafito se deben a que los átomos de carbono del primero se unen por un enlace de tipo iónico (44,7%GI – 45,7%GII).

Entre las justificaciones que hacen de su respuesta se encuentra que algunos consideran al enlace iónico más fuerte que el enlace covalente (5,6%GI – 15,4%GII). Otra justificación, igualmente errónea, y en la que creemos subyace la idea anterior es la de quienes indican que los compuestos con enlace iónico son más duros que aquellos con enlace covalente (5,6% GI); ignorando la existencia de cristales atómicos. No dan justificación alguna 36,1% GI y 41% GII.

En otros casos se plantea que distintos tipos de enlace químico determinan diferentes propiedades de las sustancias; lo cual si bien es cierto oscurece el hecho de que muchas propiedades de las mismas se deben a la estructura u ordenamiento espacial de sus átomos y no exclusivamente al tipo de enlace entre los mismos.

Volviendo sobre las sustancias formadas por iones (pregunta 7) para un 55,6%GI – 70,7%GII las causas que justifican la formación de las mismas descansan en razones tales como: la naturaleza de los átomos involucrados (metal – no metal), la “necesidad” que cada uno complete su octeto y hasta cierta intencionalidad que adjudican al comportamiento de alguno de los elementos involucrados, antes que en la estabilidad de una sustancia iónica merced a la formación de una red cristalina frente a los átomos que la integran por separado.

Por último parece importante destacar que ante distintas preguntas, las que involucraban sustancias conocidas por los alumnos (pregunta 8-a, 8-b, 8-c y 8-d: el oxígeno, pregunta 10: el diamante y el grafito, pregunta 11: el cloruro de sodio) y frente a las cuales pudiéramos esperar un menor nivel de incertidumbre respecto de las

cuestiones planteadas, una proporción importante de los mismos no dio respuesta alguna.

Tal hecho se reiteró toda vez que se requirió que los estudiantes brindaran alguna explicación de sus respuestas (pregunta 3-2, pregunta 3-3, pregunta 6-2, pregunta 6-3 y pregunta 10) con proporciones variables en los distintos casos (ver tablas de resultados de cuadros: 13, 17, 27 y 31).

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Conclusiones

Conclusiones

En el grupo de individuos analizado se han detectado diferentes concepciones alternativas, las que se resumen a continuación, teniendo en cuenta los distintos objetivos propuestos en la presente investigación.

Respecto a procesos donde se agrupan átomos de un mismo o de distintos elementos:

- La causa por la que dos átomos de un mismo o de distintos elementos se unen formando una molécula es un proceso de cambio de estado de agregación.
- Átomos de un mismo elemento se unen por enlace iónico.
- Átomos de distintos elementos se unen solamente por enlace iónico.
- La unión de átomos de oxígeno para formar una molécula es un proceso físico.
- El enlace iónico es más fuerte que el enlace covalente.

Con relación a la posibilidad de que una unión química entre átomos sea percibida como un proceso espontáneo:

- Es condición imprescindible para que se unan por enlace químico átomos de un mismo o de distintos elementos suministrar energía al sistema de algún modo. Tales procesos no se conciben como espontáneos.

En referencia a la estructura de sustancias unidas por enlace iónico y covalente:

- Al unirse por enlace químico para formar una molécula diatómica átomos de un mismo o de distintos elementos permanecen sin modificar en absoluto su estructura interna, como si sólo se hubiesen acercado.
- Al unirse por enlace químico para formar una molécula diatómica átomos de un mismo o de distintos elementos unen sus núcleos
- Existen moléculas de sustancias iónicas.

En cuanto a las causas de un enlace iónico:

- Identifican como causa del enlace la naturaleza de los átomos involucrados (metal-no metal), llegando inclusive a adjudicar cierta intencionalidad al comportamiento de uno de los elementos implicados.
- Señalan como causa el que cada uno de los elementos complete su octeto.

Si consideramos la coherencia de las ideas sustentadas por los alumnos frente a distintas preguntas, hecho que fue analizado mediante un test de independencia, sólo en tres situaciones, y únicamente en una de ellas en ambos grupos a la vez, las opiniones de los estudiantes frente a cuestiones similares parecen guardar alguna relación. En la mayoría de los casos no hay coherencia entre lo que contestan los individuos evaluados, aún frente a actividades que hacen referencia a un mismo hecho, dispuestas una a continuación de la otra, pero estructuradas de modo diferente. Esto confirmaría la

hipótesis de otros investigadores (Driver, 1988) de que las concepciones alternativas se activan o no según el contexto en que el sujeto razona. En un mismo individuo convergen diferentes ideas sobre un mismo tema, las que parecen guardar poca o ninguna relación.

Respecto al impacto de la enseñanza a nivel universitario, de las veintiséis cuestiones analizadas en sólo cinco de ellas (1/5 del total) las respuestas de los alumnos universitarios fueron significativamente distintas de las de los alumnos ingresantes. En el resto queda convalidada estadísticamente la hipótesis de homogeneidad de las muestras, por lo que la proporción de las distintas ideas presentes en ambos grupos resulta similar. Esto último nos permite concluir que las concepciones alternativas de los individuos no han sido modificadas en grado significativo por la instrucción recibida.

Si bien se cree necesario revisar las prácticas de enseñanza en el ámbito universitario a efectos de considerar si alguna de ellas favorece la presencia de distintas concepciones, tal resultado confirma la persistencia, pese a la instrucción, de las concepciones alternativas.

Consideramos que las distintas concepciones alternativas halladas, que no aparecen en otros trabajos sobre el tema, los aspectos analizados de las mismas y el grado de generalidad de las actividades propuestas para exteriorizarlas constituyen un real aporte al mejor conocimiento del tema abordado.

Consideraciones Finales e Hipótesis Abiertas

Las distintas concepciones alternativas encontradas y los análisis estadísticos practicados nos llevan a efectuar las siguientes reflexiones.

En ambos grupos, a nuestro juicio, existe una comprensión deficiente respecto de la estructura que adquieren los átomos al unirse por enlace químico para formar una nueva sustancia. La noción de molécula parece haber sido asimilada por el uno y el otro, aunque a veces la utilizan de modo incorrecto, pero no ocurre lo mismo con la idea de una estructura reticular, tanto para sustancias que se unen por enlace covalente como para aquellas que lo hacen por enlace iónico. Respecto a estas últimas, si bien frente a algunas actividades los estudiantes universitarios en su mayoría abandonan una imagen molecular de las mismas, las respuestas obtenidas plantean cierta incertidumbre, que la presente investigación no permite dilucidar, sobre si la representación adoptada es compatible o no con el modelo que la ciencia admite como cierto.

Coincidimos con De Posada (1999) en la poca relación que los estudiantes establecen entre la estructura o representación de una sustancia y su tipo de enlace, pese a que las proporciones que hallamos son diferentes.

Especulamos que ello pudiera deberse a que, en la enseñanza de la Química, cuando se hace referencia a una sustancia y a fin de representarla se recurre mayoritariamente a su fórmula química y no a la estructura espacial característica de la misma. Si se observa una de tales fórmulas no es difícil imaginar que los estudiantes extrapolen la relación mínima en que deben combinarse los átomos a la disposición real que presentan estos en la sustancia. Tal razonamiento se vería reforzado porque muchas de ellas se corresponden efectivamente con unidades estructurales de distintos compuestos (H_2 , O_2 , H_2O , etc.).

Pudiera objetarse que generalmente la fórmula va acompañada de una explicación que evita una interpretación errónea, a lo que oponemos la importancia que la percepción a través de los sentidos tiene en la adquisición de conceptos desde la infancia, sobre todo cuando tales imágenes son reiteradas a lo largo de la enseñanza. No consideramos que tal hecho haya perdido vigencia en el nivel educativo evaluado por la presente investigación como queda demostrado al analizar la respuesta de estudiantes universitarios a preguntas donde se destacan diferencias palpables en forma concreta sobre sustancias cuya estructura a nivel microscópico guarda algún tipo de similitud.

En cuanto a los distintos tipos de enlace los alumnos parecen sobrevalorar la importancia del enlace iónico, dado que es el único que conciben en sustancias cuyos átomos no se ajustan a las características requeridas para que éste sea viable (dos átomos de oxígeno, dos átomos de un mismo elemento, átomos de carbono en una de sus variedades alotrópicas). Asimismo un grupo interpreta que átomos de elementos distintos se pueden unir exclusivamente por tal tipo de enlace.

Se podría especular que la causa de ello reside en una comprensión deficiente del enlace covalente y de las características de las sustancias unidas por este tipo de enlace, razón por la cual no lo utilizan en sus explicaciones.

La falta de entendimiento respecto al mismo podría adjudicarse a la presentación que los libros de texto y los propios docentes hacen del tema de los enlaces químicos. En ella, en general, queda claro que en un enlace iónico son las fuerzas electrostáticas quienes ocasionan la unión química. En cambio da la impresión, dado que “los enlaces covalentes se generan por compartición de electrones”, que fuerzas extrañas y de carácter desconocido son quienes ocasionan el referido tipo de unión. Obviamente tal imprecisión no contribuye a que quien aprende adquiera una noción clara del tema.

Pese a que el enlace iónico parece ser mejor comprendido que el enlace covalente, no hay una interpretación correcta de la estructura de las sustancias iónicas, ni de las razones que conducen a la formación de compuestos estables. Respecto al último punto, en al menos la mitad de ambos grupos, persisten ideas ingenuas o que no explican en realidad las causas de la formación de tales compuestos.

Además, estudiantes del GI y del GII consideran que el enlace iónico es más fuerte que el enlace covalente, confundiendo quizá la dureza de las sustancias iónicas con la fuerza de la unión química. La estructura de la cuestión en que se fundamenta tal conclusión, que destaca diferencias concretas entre dos sustancias unidas por enlace covalente, refuerza la idea expuesta anteriormente sobre la relevancia de lo que el alumno percibe a nivel macroscópico, a través de sus sentidos, respecto de lo que imagina a nivel microscópico.

En cuanto a la formación de sustancias a partir de los elementos que las constituyen, alumnos de ambos grupos creen que tal hecho no es un proceso químico o una reacción química. Si se toma en consideración el contexto en que tales creencias se manifiestan; frente a una actividad referida a un material ampliamente conocido y utilizado en las explicaciones por distintas disciplinas ya desde la enseñanza a nivel medio, como es el oxígeno, cabe preguntarse si términos tan fundamentales como “proceso físico” y “proceso químico” no son “aprendidos” de modo acrítico por los estudiantes. Los alumnos los utilizan sin comprender el significado que estos poseen para la comunidad científica, careciendo de noción de los atributos de tales conceptos y, por tanto, cuando deben tomar decisiones basadas en estos últimos aplican criterios que difieren de los científicos. Tal conclusión es aplicable tanto a los conceptos arriba señalados como al

de “molécula”, el que los alumnos utilizan con sustancias cuya estructura no es compatible con el mismo.

En referencia al concepto de espontaneidad de una reacción química muchos de los alumnos parecen no tener en claro qué significa.

Por otra parte, la falta de coherencia en las respuestas pudiera relacionarse con una estructura cognitiva donde los conceptos no están fuertemente conectados entre sí y no hay una adecuada generalización de los nuevos conocimientos incorporados por el individuo. Posiblemente también se pudiera vincular tal hecho con la persistencia en los alumnos del aprendizaje memorístico.

Con relación al porcentaje de alumnos que no responden, a las explicaciones solicitadas o alguna pregunta de opción abierta del cuestionario, se podría juzgar originado en la exigencia de elaborar el propio argumento, pero tal comportamiento se observa también con ítems de opción cerrada, lo que nos induce a desechar tal suposición.

El logro de un cambio o evolución de las concepciones alternativas precedentes no involucra, en nuestra opinión, sólo la sustitución o modificación de ciertos conceptos por otros. La incoherencia en las respuestas de un mismo alumno respecto a distintos sucesos cuyo trasfondo es similar nos inducen a pensar que las concepciones halladas son verdaderas construcciones situacionales, elaboradas a partir de ciertas unidades de información y ciertas estructuras asociativas. Por tanto, su modificación debería ir acompañada de un cambio en los procesos y representaciones mediante los que los alumnos abordan las situaciones a que los enfrentamos.

Finalmente no se puede dejar de mencionar que la transposición didáctica del paradigma del enlace químico, en que se basó este trabajo, está dificultada por el mismo modelo. Es de esperar que en los próximos años los químicos seamos capaces de generar una nueva estructura conceptual que trate de explicar de un modo más simple que la mecánica cuántica algo tan complejo como las uniones químicas.

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Bibliografía

Bibliografía

Referencias Bibliográficas

- Abímbola, I. O.** (1988) The problem of terminology in the study of conceptions in science. *Science Education*, 72, pp. 175-184.
- Abraham, M., Williamson, V., Westbrook, S.** (1994) A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol 31, NO 2, pp. 147-165.
- Ach, N.** (1921) *Über die begriffsbildung* Buchner. Bamberg.
- Allinguer, N. L. et al.** (1979). *Química orgánica*. Reverté. Barcelona.
- Anamuah-Mensah, J.** (1986). Cognitive strategies used by chemistry students to solve volumetric analysis problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(9), pp. 759-769.
- Atkins P. W.** (1992). *Química General*. Cap. VIII. Ed. Omega. Barcelona
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H.** (1978) *Educational Psychology*, 2^a ed. N. York: Holt, Rinehart y Winston. Trad. cast. de M. Sandoval: *Psicología Educativa*. Trillas. México, 1983.
- Benfey, O. T.** (1965). Geometría y enlace químico. Primera Conferencia Interamericana Sobre la Enseñanza de la Química, pp. 51-66. Buenos Aires.
- Berti, A. E.** (1994). Children's understanding of the concept of state. En Carretero y J. F. Voss, *Cognitive and Instructional Processes in History and the Social Sciences*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Brincones, I.** (1995). *La Construcción del Conocimiento. Aplicaciones para la Enseñanza de la Física*. Madrid: Cuadernos del ICE. Ediciones de la UAM.
- Brown T., Le May E., Bursten B.** (1993) *Química "La Ciencia Central"*. Cap. VIII 5ta Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana. México
- Brook, A., Briggs, H., Bell, B.** (1983) Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter. *Children's Learning in Science Project*. Centre for studies in Science and Mathematics Education: The University of Leeds.
- Caamaño, A., Mayos, C., Maestre, G. y Ventura, T.** (1983). Consideraciones sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la química en el bachillerato. Comunicación presentada en las Primeras Jornadas de Investigación Didáctica de Física y la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), pp. 198-200.
- Caravita, S., Tonucci, E., Consoli, V., Giuliani, G. y Rusca, G.** (1990). Childrens reasoning about biological structures. En H. Mandell, E. de Corte, S. N. Bennett y H. F. Friedrich (Ed.). *Learning and Instruction. Analysis of Complex skill and Complex Knowledge Domains*. Vol 2:2. Oxford: Pergamon Press.
- Carretero, M.** (1995). *Construir y Enseñar las Ciencias Sociales y la Historia*. Buenos Aires. Aique.
- Carretero, M. y Limón, M.** (1995). Construcción del conocimiento y enseñanza de las ciencias sociales y la historia. En M. Carretero (Ed.). *Construir y Enseñar las Ciencias Sociales y la Historia*. Buenos Aires. Aique.
- Carretero, M.** (1996). *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires. Aique.

- Clements, D. H. y Battista, M. T.** (1992). Geometry and spatial reasoning. En D. A. Grows (Ed.). Handbook of research on Mathematics Teaching and Learning. Nueva York. Macmillan Publishing Company.
- Chang, R.** (1992). Química. 4^{ta} Ed. Cap IX. Mc. Graw-Hill. México, 1997.
- Daniell, W.** (1977). Bioestadísticas. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. México. pp. 350-352.
- del Barrio, C.** (1990). El Desarrollo de la Comprensión Infantil de la Enfermedad. Barcelona. Anthropos.
- De Posada, J. M.** (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias, 17 (2), pp. 227-245.
- Dickinson, D. K.** (1987). The development of a concept of material kind. Science Education, 71(4), pp. 615.
- Driver, R. y Easley, J.** (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. Studies in Science Education, 5, pp. 61-84.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A.** (1985). Children's Ideas in Science. Milton Keynes: Open University Press. Trad. cast. de P Manzano: Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Morata/MEC. Madrid, 1989.
- Driver, R.** (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 6 (2), pp. 109-120.
- Driver, R. Squire, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V.** (1994). Making Sense of Secondary Science. Research into children's idea. Londres: Routledge.
- Flavell, J. H.** (1985). Cognitive development. Englewood-Cliffs, N York. Prentice-Hall. Trad. cast. de J. I. Pozo: El desarrollo cognitivo. Visor Distribuciones S. A. Madrid, 1993. pp. 148-149.
- Frazer, M. J. y Servant, D. M.** (1987). Aspects of stoichiometry-where do students go wrong?. Education in Chemistry, 24 (3), pp. 73-75
- Furió Más, C. J. Y Hernandez, J.** (1983). Ideas sobre los gases en alumnos de 10 a 15 años. Enseñanza de las Ciencias, 1(2), pp. 83-91.
- Furió Más, C. J.** (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultado y tendencias. Alambique, 7, pp. 7-17.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. y Fensham, P. J.** (1982). Childrens' science and its consequences for teaching. Science Education, 66 (4), pp. 623-633.
- Glynn, S. M., Duit, R. y Thiele, R. M.** (1995). Teaching Science with analogies: A Strategy for constructing knowledge. En S. M. Glynn y R. Duit (Ed). Learning Science in the Schools. Mahwah, NJ: LEA.
- Hatano, G.** (1994). Introduction. Human Development, 37, pp.189-197.
- Hierrezuelo, J., Montero, A.** (1988). La ciencia de los alumnos. Laia/MEC. Barcelona.
- Holding, B.** (1985). Aspects of secondary students' understanding elementary ideas in chemistry: Summmary report. Childrens's Learning in Science Project. Centre for Studies in Science and Mathematics Education. The University of Leeds.
- Jensen, W. B.** (1984). Abegg, Lewis, Langmuir and the octet rule. Journal of Chemical Education, 61 (3), pp. 191-200.
- Kesidou, S., Cuit, r. y Glynn, S. M.** (1995). Conceptual development in physics: student's understanding of heat. En S. M. Glynn y R. Duit (Ed). Learning Science in the Schools. Mahwah, NJ: LEA.

- Klimovsky, G.** (1998). Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. A-Z editora. Buenos Aires.
- Llorens, J. A., Llopis, R. Y De Jaime, M.** (1987). El uso de la terminología científica en los alumnos que comienzan el estudio de la química en la enseñanza media. Una propuesta metodológica para su análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), pp. 33-40.
- Llorens, J. A.** (1988). La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje. *Investigación en la escuela*, 4, pp. 33-48.
- Lopez Majón, A.** (1996). Las teorías intuitivas en medicina. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 49, pp. 111-125.
- Marton, F.** (1993). Our experience of the physical world. *Cognition and Instruction*, 10, pp.227-237.
- Meheut, M., Saltiel, E. y Tiberghien, A.** (1985). Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*. 7(1), pp. 83-93.
- Novak, J. D.** (1977) A theory of education. Cornell University Press. Trad. cast. de C. Del Barrio y C. Gonzalez: *Teoría y práctica de la educación*. Alianza. Madrid, 1982.
- Novak, J., Gowin, D. B.** (1984). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca S.A. Barcelona, 1988
- Nussbaum, J.** (1985). The particulate nature of matter in the gaseous phase. En J.R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien. *Children's ideas in science*. Milton Keynes. Open University Press. Trad. cast. de P. Manzano. *Ideas científicas en la infancia y adolescencia*. Morata/MEC. Madrid, 1989
- Osborne, R., Freyberg, P.** (1985). *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Narcea S.A. Madrid, 1991
- Paoloni, L.** (1979). Toward a culture-based approach to chemical education in secondary schools: The role of chemical formulae in the teaching of chemistry. *European Journal of Science Education*, 1(4), pp. 365-377.
- Pines, A. y West, I. H. T.** (1986). Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within a source of knowledge framework. *Science Education*, 70, pp.587-604.
- Pliego, O. H., Cepero E., Juarez S. M., Monteserin, G. M., Ramos L., Rizzotto M. G., Rodriguez C.** (1994). Concepciones alternativas de los alumnos del primer curso universitario de química. *A.L.D.E.Q.* VII, 1, 129.
- Pliego, O. H.** (1997). Algunos modelos de la didáctica de las ciencias. *A.L.D.E.Q.* VIII, pp. 109-119.
- Porlán Ariza, R.** (1998). Pasado presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), pp. 175-185.
- Pozo, J. I.**, (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Visor. Madrid
- Pozo, J. I., Carretero, M.** (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas. ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y Aprendizaje*, 38, pp. 35-52.
- Pozo, J. I.** (1989) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata. Madrid.
- Pozo, J. I., Gomez Crespo, M., Limón, M., Sanz Serrano, A.** (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

- Pozo, J. I., Limón, M., Sanz, A. y Gomez, M. A.** (1991). Conocimientos previos y aprendizaje escolar. Cuadernos de Pedagogía, 188, pp. 12-14.
- Prosser, M.** (1994). A phenomenographic study of students intuitive and conceptual understanding of certain electrical phenomena. *Instructional Science*, 22, pp. 189-205.
- Saenz, C. y León, O.** (1998). El sistema de ideas probabilísticas en los adolescentes. *Estudios de Psicología*, 59, pp. 25-44.
- Schmidt, H. J.** (1984). How pupils think-empirical studies on pupil's understanding of simple quantitative relationships in chemistry. *The school Science Review*, 66 (234), pp. 156-162
- Sheperd, D. y Renner, J.** (1982). Student Understandings and misunderstandings of states of matter and density changes. *School Science of Mathematics*, 82(8), pp. 650-665.
- Solves, J. y Vilches, A.** (1991). Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 53-58.
- Stavridou, H., Solomonidou, C.** (1989). Physical phenomena-chemical phenomena: do pupils make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11(1), pp. 83-92.
- Stavy, R. y Stachel, D.** (1985). Children's ideas about "solid" and "liquid". *European Journal Science Education*, 7(4), pp. 407-421.
- Stavy, R.** (1988). Children's conception of gas. *International Journal Science Education*, 10(5), pp. 533-560.
- Strauss, S.** (1988). *Ontogeny, Philogeny and Historical Development*. Norwood, NJ: LEA.
- Torney-Purta, J.** (1994). Dimensions of adolescents reasoning about political and historical issues: ontological switches, developmental processes and situated learning. En M. Carretero y J. F. Voss (Ed). *Cognitive and Instructional Processes in History and the social Sciences*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Vygotskii, L. S.** (1934). *Myshlenie i rech.* Trad. cast. de la ed. inglesa de M. M. Rotger: *Pensamiento y lenguaje*. La Pléyade. Buenos Aires, 1977.
- Voss, J. F., Wiley, J. y Carretero, M.** (1995). Acquiring intellectual skills. *Annual Review of Psychology*. 46, pp. 155-181. Traducción al español: la adquisición de habilidades intelectuales y la comprensión de contenidos específicos. En M. Carretero (Ed.). *Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires. Aique.
- Walpole, R. E., Myers, R. H.** (1994). *Probabilidad y Estadística*. Mc Graw-Hill. México
- Wandersee, J., Mintzes, J. J. y Novak, J. D.** (1994). Research on alternative conceptions in science. En D. I. Gabel (Ed). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*: Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Wood-Robinson, C.** (1995). Children's biological ideas: Knowledge about ecology inheritance, and evolution. En S. M. Glynn y R. Duit (Ed.). *Learning Science in the School*. Mahwah, NJ: LEA.
- Yarroch, W. L.** (1985). Student understanding of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), pp. 449-459

Ideas Previas en el Nivel 17-19 referidas a los enlaces químicos

Apéndice I

Cuestionario de Opción Abierta

Apéndice I

Cuestionario de Opción Abierta

1 - Como sabes el oxígeno, el gas que respiramos, es una molécula biatómica (formada por dos átomos) O_2 .

¿Qué crees tú que pasa cuando se forma la molécula de O_2 a partir de dos átomos de O?

2 - Este recipiente está lleno con oxígeno. ¿Crees que hay alguna interacción entre las distintas moléculas de O_2 ? (dibujo detrás)

3 - La sal (cloruro de sodio – $NaCl$), se forma a partir de un átomo de cloro (Cl) y un átomo de sodio (Na).

¿Qué cosas crees tú que pasan cuando se forma la sustancia cloruro de sodio?

4 - Claudia conoce la composición de la molécula de agua (H_2O), para representar las moléculas de agua indicó con O a los átomos de oxígeno y con • a los átomos de H. ¿Cómo representó Claudia la molécula de agua?

¿Cómo crees que están unidos los átomos de oxígeno e hidrógeno en la molécula de agua?

¿Qué interacción crees que hay entre ellos, si es que crees que hay alguna?

¿Crees que hay alguna interacción entre las distintas moléculas del agua líquida?

5 - Si Claudia pusiese un vaso con agua en el congelador de su heladera y lo dejase el tiempo suficiente para que se forme hielo.

¿Cómo crees que estarán unidos los átomos de oxígeno e hidrógeno en el hielo?

¿Crees que hay alguna interacción entre las distintas moléculas de agua congelada?

6 - Si Claudia ahora pone agua a calentar hasta que hierva y se evapore totalmente.

¿Crees que el oxígeno y el hidrógeno están unidos aún?

¿Cómo crees que es la unión entre los átomos en éste caso?

7 - Si en los siguientes esquemas X representa al átomo de un elemento. Dime todas las conclusiones que para ti sugiere este diagrama.

¿Crees que entre los átomos de X existen fuerzas?

De ser así ¿estas son de atracción o de repulsión?

(ver esquema de la Pregunta 1 del Cuestionario de entrevistas personales semiestructuradas que figura en el **Apéndice II**)

8 - Si en los siguientes esquemas B y A representan átomos de dos elementos diferentes. Dime todas las conclusiones que para ti sugiere el siguiente diagrama.

¿Crees que entre los átomos de B y A existen fuerzas?

De ser así ¿estas son de atracción o de repulsión?

9 - Dime todas las palabras que se te ocurre asociar con las siguientes:

unión

interacción

enlace

Ideas Previas en el Nivel 17-19 Referidas a los Enlaces Químicos

Apéndice II

Cuestionario de Entrevistas Personales Semiestructuradas

Apéndice II

Cuestionario de Entrevistas Personales Semiestructuradas

1. En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento.
 - a) ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
 - b) ¿Entre los átomos existen fuerzas? (si responde sí, hacer pregunta c)
 - c) ¿Son de atracción o repulsión?(ver esquema en la página que sigue)

2. En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes.
 - a) ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
 - b) ¿Entre los átomos existen fuerzas? (si responde sí, hacer pregunta c)
 - c) ¿Esas fuerzas son de atracción o repulsión?(ver esquema en la página que sigue)

3. Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos
 - a) ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos? (se le enseñan una serie de cinco dibujos libres distintos, que se identifican como: 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 y 3-5)(ver dibujos en la página que sigue)

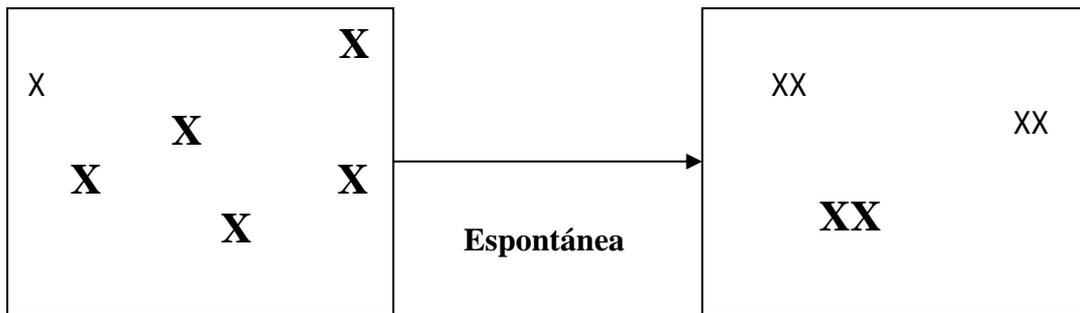
4. El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica (formada por dos átomos)
 - a) ¿Qué crees tú que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula? (suponiendo que acepten que los átomos se unen seguir con: b, c, d y e)
 - b) ¿Qué pasó para que se unan? ¿Cómo ocurrió tal unión?
 - c) ¿En esa unión hay fuerzas involucradas? (si responde sí, hacer pregunta d)
 - d) ¿De atracción o repulsión?
 - e) ¿En esa unión hay energía involucrada?

5. En un recipiente lleno de oxígeno gaseoso:
 - a) ¿Hay interacción entre las distintas moléculas?
 - b) ¿Hay fuerzas entre las moléculas? (si responde sí seguir con la pregunta c)
 - c) ¿Esas fuerzas son de atracción o repulsión?

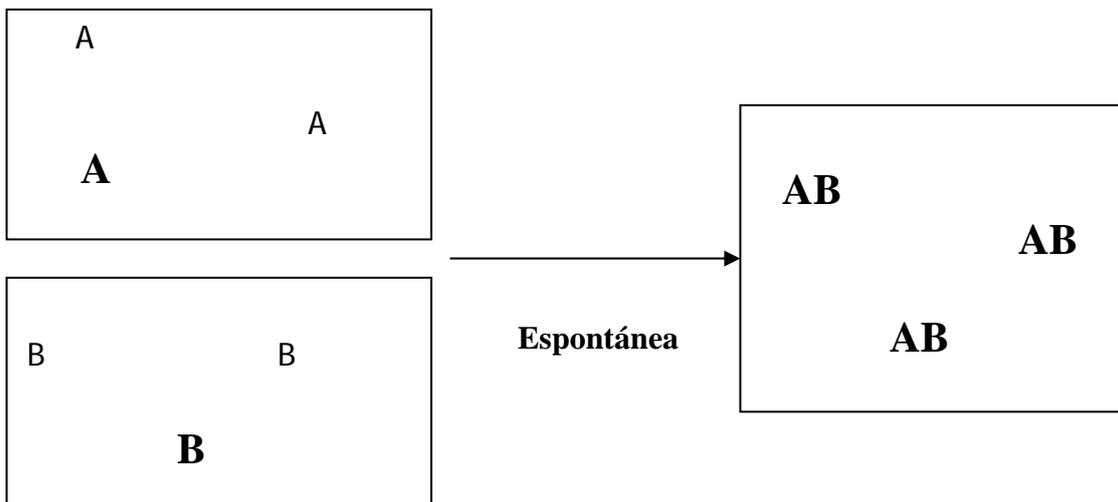
6. El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio.
 - a) ¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el átomo de sodio formen ese compuesto?
 - b) ¿Qué pasó para que se unan?
 - c) ¿En esa unión hay fuerzas involucradas? (si responde sí seguir con pregunta d)
 - d) ¿Esas fuerzas son de atracción o repulsión?
 - e) ¿En esa unión hay energía involucrada?

7. Si yo representase un átomo de oxígeno con el siguiente símbolo **O** y un átomo de hidrógeno así **•**
 - a) ¿Cómo representarías una molécula de agua líquida?
 - b) ¿Cómo crees que se unen en ella los átomos de hidrógeno y oxígeno?

- c) ¿Qué crees que debe pasar para que se unan?
 - d) ¿Entre los átomos de hidrógeno y oxígeno de una molécula de agua hay fuerzas involucradas?
 - e) ¿Esas fuerzas son de atracción o repulsión?
 - f) ¿Entre distintas moléculas de agua hay fuerzas?(si responde sí seguir con pregunta g).
 - g) ¿Esas fuerzas son de atracción o repulsión?
8. Si yo quiero representar ahora una molécula de agua en estado sólido utilizando los mismos símbolos.
- a) ¿Cómo lo harías?
 - b) ¿La relación entre los átomos es de la misma naturaleza que la del agua líquida?
 - d) ¿Entre distintas moléculas de agua existen fuerzas? (si responde sí seguir con e)
 - e) ¿Esas fuerzas son de atracción o repulsión?
9. Ídem 8 con respecto al agua en estado gaseoso.
10. Menciona todas las palabras que te sugiera lo que yo te diga:
- a) unión
 - b) interacción
 - c) enlace

Pregunta 1:

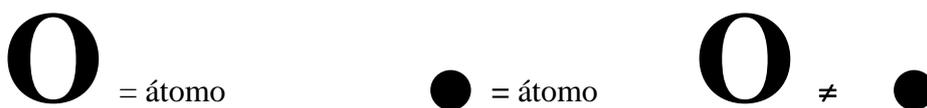
X = átomo

Pregunta 2:

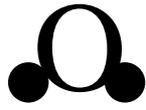
A = átomos

B = átomo

A ≠ B

Pregunta 3:

Dibujo 3-1

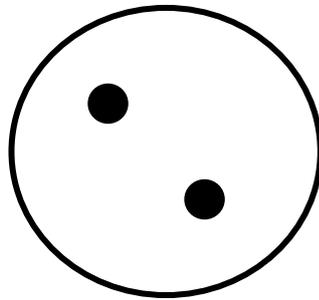


Dibujo 3-2



0

Dibujo 3-3



Dibujo 3-4



Dibujo 3-5



APÉNDICE II

Entrevistas Personales

Alumno: Paolo Conti

Edad: 18 años

Actividad en la facultad: realiza Curso de Articulación a Distancia (C.A.R.D.I.) en Química

Las primeras preguntas no se pueden transcribir dado que la grabación no salió bien, se comienza a desgravar a partir de la pregunta número 6

- 1 Entrevistador: ¿Qué crees que pasó para que un átomo de cloro y un átomo de sodio formen cloruro de sodio?
- 2 Alumno: no se entiende bien la grabación pero el alumno habla de una atracción entre los átomos.
- 3 Entrevistador: Aquí si crees que habría una atracción. ¿Por qué estás más seguro?
- 4 Alumno: Porque son átomos de distinto origen y es probable que se atraigan. Para estar seguros habría que analizar las cargas. Porque por lo general en una unión de dos átomos un átomo pierde electrones o gana y eso hace variar la carga del átomo y una de las cosas, o sea, principio que sé es que al tener dos cargas opuestas, una positiva y otra negativa, se atraen. Y dos negativas o dos positivas se rechazan. Cuando uno quiera hacer la mezcla, o que se unan, o se mezclen es muy probable que uno pierda electrones o el otro gane electrones.
O que simplemente uno pierde electrones y que al perder deja ya de ser neutro para pasar a ser negativo. Entonces es muy probable que se atraigan, de esa forma.
- 5 Entrevistador: ¿Hay interacción entre distintas partículas de esta sustancia una vez que los átomos formaron el cloruro de sodio?
- 6 Alumno: No, yo creería que toda sustancia que haya completado su formación no creo que esté en movimiento, en el hecho de tener que unirse a otra. Está completa, y una sustancia cuando está completa está equilibrada, por ende no necesita de afuera.
Uno le puede agregar otro elemento y formar otra sustancia... (no se entiende que dice luego).
- 7 Entrevistador: Pero si no hubiera otro elemento, una vez formada una determinada sustancia no ocurriría nada más.
- 8 Alumno: Sí, eso es.
- 9 Entrevistador: Si yo representase un átomo de oxígeno con el siguiente símbolo **O** y un átomo de hidrógeno así **•**. ¿Cómo representarías una molécula de agua líquida?
- 10 Alumno: se incluye el dibujo al final de la entrevista en hoja aparte. (fotocopia del hecho por el alumno)
- 11 Entrevistador: ¿Los átomos de hidrógeno están muy juntos al de oxígeno?
- 12 Alumno: Tendrían que estar unidos.
- 13 Entrevistador: ¿En contacto?
- 14 Alumno: En contacto porque sino tendrían que estar aislados y uno los podría tener como elementos separados, o sea, no como algo sólido, como sería el agua.
- 15 Entrevistador: ¿Están en contacto los núcleos o los electrones?

- 16 Alumno: Sí, estarían los núcleos unidos, eso limitaría las órbitas de los electrones; porque sino se estarían agarrando a piñas los electrones que giran del oxígeno con los que giran del hidrógeno.
Lo que puede llegar a ser es formarse, por lo general cuando se forman uniones de este tipo es como que se unen los electrones de cada uno. Justamente el oxígeno tiene dos, no... Se une el hidrógeno con alguno del oxígeno, y tal vez eso delimite una nube electrónica superior, y quedan los tres núcleos unidos y los electrones girando.
- 17 Entrevistador: ¿Con unidos te referís a los núcleos en contacto, o muy cercanos?
- 18 Alumno: No, puede ser en contacto. Sino llegan a estar en contacto los núcleos tienen que interrelacionar algo, sino no serían una molécula, serían tres átomos puestos ahí que no cumplen ninguna función.
Es probable, muy probable, que se unan los núcleos y esa unión determine otra nube electrónica que es diferente a la del hidrógeno y del oxígeno separados, tal vez una más amplia.
Yo creería que sería esa, porque unión entre electrones no, porque lo que estaría siendo ahí es una unión entre dos cargas y no entre dos átomos.
No, para mí, es una unión entre núcleos.
- 19 Entrevistador: ¿Y entre dos moléculas de agua habría alguna interacción?
- 20 Alumno: Bueno, lo que yo he visto. Las moléculas, el agua vemos, no es una molécula, son muchas.
Relación entre ellas... No creería que haya, pero están obligadas a coexistir para formar el agua líquida que nosotros vemos.
El agua líquida la representamos con dos círculos, ni muy juntos, ni muy separados. Porque el vapor tiene la particularidad que las moléculas están muy separadas y justamente por eso no lo vemos.
Pero si vemos el hielo, y en ese caso ahí determina la temperatura la cercanía o lejanía de las moléculas. El hielo tiene la particularidad que las moléculas están superconcentradas, una pegada a la otra y compactado. No hay movimiento. Movimiento me refiero...
Por lo general una molécula no está sola y quieta sino que tiene movimiento. Tiene movimiento de rotación y de traslación.
Lo que hace el hielo es dejarla estable. Las comprime de tal modo que ya no hay movimiento.
- 21 Entrevistador: Si yo representara moléculas de agua en estado sólido ¿Cómo crees que estarían unidos los átomos? ¿Cambiaría la representación que hiciste?
- 22 Alumno: No, cambiaría la disposición. Tal vez lo que cambie... no, lo que le da el cambio de agua líquida a hielo es la temperatura.
Tendría que ser la misma representación.
- 23 Entrevistador: ¿Hay alguna relación, alguna interacción entre las moléculas de agua en el hielo?
- 24 Alumno: Las moléculas están... La temperatura obliga a que las moléculas no tengan movimiento. Lo estabiliza. Una molécula está más cerca de las otras sin espacio para moverse.
- 25 Entrevistador: ¿La estabilidad en el hielo se debe a alguna interacción entre las moléculas?

- 26 Alumno: No, la estabilidad se debe a que las moléculas no tienen movimiento, no tienen interacción.
- 27 Entrevistador: ¿Y en el vapor de agua la representación de la molécula sería la misma que la que hiciste?
- 28 Alumno: Sí, lo que se separan son las moléculas de agua.
- 29 Entrevistador: ¿La representación de una molécula no habría cambiado en ningún caso?
- 30 Alumno: No, sé que no habría cambiado porque el agua se separa con corriente y no con temperatura.
- 31 Entrevistador: ¿Entre dos moléculas de agua gaseosa, hay interacciones?
- 32 Alumno: No.
- 33 Entrevistador: Si en el siguiente esquema X representa átomos de un elemento ¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema (pregunta 1 del Cuestionario)
- 34 Alumno: Los átomos han encontrado una especie de equilibrio.
Porque determina muchas veces el átomo en sí, el ambiente. Es muy probable que en ese caso haya encontrado las condiciones ideales para la relación entre átomos y formar una sustancia, compuesto o elemento.
- 35 Entrevistador: ¿Entre los átomos de X existen fuerzas?
- 36 Alumno: Sí, lo que mantiene unidos a los átomos sería una carga electromagnética.
- 37 Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de atracción o de repulsión?
- 38 Alumno: Se tendrían que atraer.
- 39 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes ¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema? (pregunta 2 del Cuestionario)
- 40 Alumno. Entre un átomo de B y otro de A hay una relación, muchas veces los átomos tienen diferentes niveles de energía, y muchas veces el último no lo tiene completo. Se relacionan con otros átomos el cual cede electrones e iguala, completa el último nivel, y el otro átomo es obligado a coexistir con el primero, y hay una atracción entre ambos. El que pierde electrones queda positivo y el otro negativo. Entonces sería una fuerza de atracción electromagnética.

No sabría la diferencia exacta entre la unión de XX y la de AB.

O se atraen por tener cargas opuestas, o no se atraen por tener cargas del mismo signo.
- 41 Entrevistador: ¿Si no hubiera cargas eléctricas involucradas, no habría posibilidad de atracción?
- 42 Alumno: No sabría decirle. Puede ser, si existe una posibilidad yo no la conozco. Yo aprendí que las relaciones entre átomos eran por cargas o por condiciones de ambiente.
- 43 Entrevistador: ¿Si no hubiera diferencia de cargas lo que determinaría la unión serían las condiciones del ambiente? ¿Sería lo que haría que dos átomos se unan?
- 44 Alumno: Sí, lo que Ud. dijo es lo que quise decir.
- 45 Entrevistador: Dime todas las palabras que te sugiera lo que yo te diga.
Unión
- 46 Alumno: Teniendo dos elementos yo consigo que quede uno conectado con el otro estrechamente.
- 47 Entrevistador: Interacción.

- 48 Alumno. Es una... Sería una actividad que se realiza entre más de una cosa. Teniendo dos elementos una interacción, podría ser una relación entre ambas que hace que se muevan o participen uno con otro, se relacionen de una forma estrecha. No como una unión.
- 49 Entrevistador: ¿Qué diferencia habría entre unión e interacción?
- 50 Alumno: Interacción, nosotros en cierta forma estamos cruzando ideas. Sería un hacer mutuo.
Unión sería algo parecido pero mucho más fuerte.
- 51 Entrevistador: ¿Hay mayor fuerza involucrada en una unión que en una interacción?
- 52 Alumno: Sí.
- 53 Entrevistador: Enlace.
- 54 Alumno: Conectarse una cosa con otra. Por ejemplo el profesor de hoy haría de enlace entre Ud. y nosotros.
- 55 Entrevistador: Bueno, terminamos. Muchas gracias por tu colaboración.

Alumno: Yamila

Edad: 18 años

Actividad en la facultad: realiza Curso de Articulación a Distancia (C.A.R.D.I.) en Química

- 56 Entrevistador: ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 57 Alumna: Hay un enlace, hay una unión.
- 58 Entrevistador: ¿Y cómo se habría realizado tal unión?
- 59 Alumna: Lo que pasa es que el átomo de oxígeno en la naturaleza no está como estable; lo único que están estables son los gases raros. Tienen que llegar por la estructura de Lewis a tener ocho electrones para que sea estable.
Un átomo de oxígeno se combina con otro para llegar a esa estructura.
- 60 Entrevistador: ¿Los dos átomos separados se habrían unido para llegar a esa estructura estable de Lewis?
- 61 Alumna: Claro.
- 62 Entrevistador: ¿Qué le da estabilidad a esa estructura?
- 63 Alumna: Que llegan a los ocho electrones.
- 64 Entrevistador: Una vez formada la molécula de oxígeno. ¿Hay interacción entre distintas moléculas?
- 65 Alumna: No sé.
- 66 Entrevistador: ¿Qué crees vos?
- 67 Alumna: Si, que si, que si hay interacción.
- 68 Entrevistador: ¿Qué crees que ocurre cuando a partir de un átomo de cloro y un átomo de sodio se forma una molécula de cloruro de sodio?
- 69 Alumna: También se produce una unión química. El sodio tiene un solo electrón en la última capa y el cloro tiene siete. Comparten electrones y llegan al ocho y se llega a la estructura estable de ocho electrones.
- 70 Entrevistador: ¿Hay interacción entre el cloro y el sodio?
- 71 Alumna: Sí.
- 72 Entrevistador: Si el símbolo **O** corresponde a un átomo de oxígeno y el símbolo **•** a un átomo de hidrógeno ¿Puedes representar una molécula de agua?
- 73 Alumna: Es así porque es angular. S
Se incluye fotocopia del dibujo original de la alumna en hoja aparte al final de la entrevista.
- 74 Entrevistador: ¿Y esas rayitas qué serían?
- 75 Alumna: Los enlaces.
- 76 Entrevistador: ¿Los núcleos de los átomos estarían en contacto?
- 77 Alumna: No.
- 78 Entrevistador: ¿Hay alguna parte de los átomos que estuviera en contacto?
- 79 Alumna: La nube electrónica.

- 80 Entrevistador: ¿Toda la nube electrónica del hidrógeno con la nube electrónica del oxígeno?
- 81 Alumna: Sí.
- 82 Entrevistador: ¿Qué sería, como una gran nube electrónica de la molécula de agua? ¿O la nube del oxígeno con un hidrógeno y el otro, pero las nubes electrónicas de los hidrógenos no estarían en contacto entre sí?
- 83 Alumna: Una gran nube conjunta.
- 84 Entrevistador: ¿No serían ya los electrones del oxígeno o del hidrógeno, ahora los electrones serían de la molécula?
- 85 Alumna: No, los electrones de este enlace (señala un enlace oxígeno-hidrógeno del dibujo) no son los mismos que de este (señala el otro enlace oxígeno-hidrógeno del dibujo).
- 86 Entrevistador: ¿Los electrones de este enlace (señalando uno de los enlaces oxígeno-hidrógeno) pueden pasar al otro?
- 87 Alumna: La molécula de agua se puede descomponer y los electrones de este oxígeno se pueden unir con otro.
- 88 Entrevistador: ¿Hay alguna relación entre distintas moléculas de agua?
- 89 Alumna: Sí.
- 90 Entrevistador. ¿Qué tipo de relación?
- 91 Alumna: Por ejemplo este (señala el átomo de hidrógeno) puede estar unido así (dibuja otra molécula de agua, pero uno de los átomos de hidrógeno pertenece a ambas).
- 92 Entrevistador: ¿Este hidrógeno (señalando el átomo de hidrógeno que aparentemente forma parte de ambas moléculas) pertenece a los dos oxígenos al mismo tiempo?
- 93 Alumna: Sí.
- 94 Entrevistador: ¿Esas rayitas representan a enlaces iguales?
- 95 Alumna: Si, yo no me acuerdo. Si, yo lo hice así.
- 96 Entrevistador. ¿La unión entre este átomo hidrógeno con este átomo oxígeno y con este otro serían iguales (señalando el hidrógeno que en el dibujo de la alumna aparece unido a ambos átomos de oxígeno)?
- 97 Alumna: Sí, claro.
- 98 Entrevistador: ¿La representación de la molécula sería la misma si el agua está en estado sólido, como hielo?
- 99 Alumna: Sería igual. Lo que cambia es la fuerza que actúa entre las moléculas en el hielo y en el agua líquida.
- 100 Entrevistador: ¿Y la interacción entre distintas moléculas sería diferente en el hielo que en el agua líquida?
- 101 Alumna: Si, la fuerza de cohesión. Las moléculas tienen mayor libertad. Yo te dibujo (hace un dibujo que está marcado con el número dos en la hoja que se encuentra al final de la entrevista)
- 102 Entrevistador: ¿la interacción entre moléculas en el hielo sería más grande?
- 103 Alumna: Claro.
- 104 Entrevistador: ¿La fuerza que une a los átomos de hidrógeno y oxígeno sería mayor?
- 105 Alumna: No.
- 106 Entrevistador: ¿Qué tipo de fuerza sería mayor?
- 107 Alumna: Las intermoleculares.
- 108 Entrevistador: ¿y por qué hay fuerzas intermoleculares?
- 109 Alumna: Y, no sé, hay energía.

- 110 Entrevistador: ¿Son fuerzas de atracción o de repulsión?
- 111 Alumna: En el agua gaseosa hay fuerzas de repulsión.
- 112 Entrevistador: ¿Y en el agua líquida?
- 113 Alumna: Se equilibrarían las fuerzas de repulsión con las de atracción.
- 114 Entrevistador: ¿En el agua gaseosa la representación de una molécula de agua cambiaría?
- Alumna: Yo no sé.
- 115 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un mismo elemento.
¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 116 Alumna: No sé, puede ser la unión de dos átomos.
- 117 Entrevistador: ¿Entre los dos átomos hay fuerzas?
- 118 Alumna: Sí.
- 119 Entrevistador: ¿Son fuerzas de atracción o de repulsión?
- 120 Alumna: De atracción.
- 121 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 122 Alumna: No sé, se combinan dos elementos para formar uno distinto.
- 123 Entrevistador: ¿Hay fuerzas involucradas?
- 124 Alumna: Sí.
- 125 Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de atracción o de repulsión?
- 126 Alumna: De atracción.
- 127 Entrevistador: ¿Habría algún caso en que esas fuerzas fueran de repulsión?
- 128 Alumna: Podría haber una tendencia, y si nosotros sabemos que uno cede electrones y el otro gana. El que cede electrones tiene tendencia a perder electrones, es como si los echara. Uno estaría echando a un electrón y el otro lo estaría ganando.
- 129 Entrevistador: ¿Cómo es que un átomo repele a sus propios electrones y el otro los atrae?
¿Cuándo hay unión entre átomos siempre se da eso que un átomo que rechaza un electrón y otro lo acepta?
- Alumna: sí, y sino comparten. Comparten pares de electrones.
- 130 Entrevistador: ¿Y en el caso de compartir habría un átomo que tienda a rechazar sus electrones? ¿O este caso de que comparten electrones es diferente al otro?
- Alumna: Y, es diferente.
- 131 Entrevistador: ¿Y en el caso de compartir electrones, habría fuerzas entre los átomos?
- 132 Alumna: Sí.
- 133 Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de atracción o de repulsión?
- 134 Alumna: De atracción.
- 135 Entrevistador: ¿Por qué?
- 136 Alumna: No sé.
- 137 Entrevistador: Decime todas las palabras que te sugieran las que yo te diga.
Unión.
- 138 Alumna: Suma, fuerza
- 139 Entrevistador: Interacción.
- 140 Alumna: Trabajo, fuerza, repulsión, atracción, ecosistema.
- 141 Entrevistador: Enlace.
- 142 Alumna: Unión, covalente, iónico, metálico, fuerzas, electrones, estados de oxidación, valencia, número atómico.
- Entrevistador: Bien, terminamos. Te agradezco tu colaboración.

Alumno: Emanuel Borroni

Edad: 17 años

Actividad en la facultad: realiza Curso de Articulación a Distancia (C.A.R.D.I.) en Química

143 Entrevistador: El oxígeno es una molécula diatómica ¿Qué crees que pasa para que a partir de dos átomos de oxígeno se forme una molécula?

144 Alumno: una unión.

145 Entrevistador: ¿Qué tipo de unión?

146 Alumno: De enlace

147 Entrevistador: ¿Y qué es un enlace?

148 Alumno: Se forma. Que dos átomos de oxígeno se unen para formar una molécula.

149 Entrevistador: ¿Eso sería el enlace?

150 Alumno: Sí.

151 Entrevistador: ¿Y por qué se forma el enlace?

152 Alumno: Y... atracción de energía.

153 Entrevistador: ¿Entre los dos átomos?

154 Alumno: Sí.

155 Entrevistador: ¿Hay alguna explicación de porqué los átomos se atraen?

156 Alumna: Debe haber.

157 Entrevistador: ¿Vos tenés alguna explicación?

158 Alumna: No.

159 Entrevistador: en un recipiente lleno de oxígeno. ¿Hay alguna interacción entre las distintas moléculas?

Alumno: No.

160 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio ¿Qué crees que pasó para que un átomo de cloro y un átomo de sodio formen cloruro de sodio?

Alumno: Y se unieron, como es, un hidróxido con un ácido para formar una sal.

161 Entrevistador: ¿Y qué crees que pasó entre estos dos elementos para que formaran esa sustancia.

Alumno: Quedaron enlazados.

162 Entrevistador: ¿Y el enlace en el caso del cloruro de sodio es el mismo que en el caso del oxígeno?

163 Alumno: No, acá (refiriéndose al cloruro de sodio), se unen moléculas, y acá (refiriéndose al oxígeno) se unen átomos.

164 Entrevistador: ¿En el cloruro de sodio se unen una molécula de cloro y una molécula de sodio?

Alumno: ... No, claro, acá son dos átomos también.

165 Entrevistador: ¿Y qué diferencia habría entre la unión de los dos átomos en el oxígeno y en el cloruro de sodio?

166 Alumno: Y que son distintos elementos. Acá (refiriéndose al oxígeno) se unen átomos del mismo elemento.

- 167 Entrevistador: ¿Y en la unión en si habría alguna diferencia?
- 168 Alumno: ... (no responde)
- 169 Entrevistador: ¿Cómo entendés que es esa unión en el caso del cloruro de sodio?
- 170 Alumno: Y por las valencias.
- 171 Entrevistador: Explícame un poco más que son las valencias, o que entendés vos que son.
- 172 Alumno: La valencia es la capacidad que tiene para compartir los átomos. Una molécula para compartir los átomos. Un átomo para compartir electrones.
- 173 Entrevistador: Bueno, y esas valencias serían las que determinan la unión.
- 174 Alumno: Claro.
- 175 Entrevistador: ¿Hay alguna explicación de por qué determinan la unión?
- 176 Alumno: ... Si la hay no la conozco.
- 177 Entrevistador: ¿Hay interacción entre distintas partículas de la sustancia una vez que se formó?
- Alumno: No.
- 178 Entrevistador: Si yo representase un átomo de oxígeno con el siguiente símbolo **O** y un átomo de hidrógeno con el siguiente símbolo **•** ¿Cómo representarías una molécula de agua líquida?
- Alumno: Dibujo del alumno en hoja aparte al final de la entrevista.
- 179 Entrevistador: ¿Tiene alguna explicación que los átomos de hidrógeno estén dibujados así o podrían estar en cualquier otro lado?
- 180 Alumno: No.
- 181 Entrevistador: ¿Podrían estar en cualquier lado?
- 182 Alumno: Sí.
- 183 Entrevistador: ¿Cómo crees que están unidos?
- 184 Alumno: Por los enlaces covalentes. Los hidrógenos tienen uno y como el oxígeno tienen dos, nada más que en el pasaje en la ecuación la valencia del oxígeno es dos y del hidrógeno es uno.
- 185 Entrevistador: ¿Hay interacción entre los átomos de hidrógeno y de oxígeno?
- 186 Alumno. ¿Cómo?
- 187 Entrevistador: ¿Si hay fuerzas entre esos átomos, si se atraen o si se repelen?
- 188 Alumno: No.
- 189 Entrevistador: ¿Y ese enlace entre el hidrógeno y el oxígeno se forma entre los núcleos de los átomos o con las nubes de electrones?
- 190 Alumno: Con las nubes de electrones.
- 191 Entrevistador: ¿Los núcleos no tienen nada que ver?
- 192 Alumno: ¿En el enlace?
- 193 Entrevistador: Sí
- 194 Alumno: No.
- 195 Entrevistador: ¿Y que pasa con las nubes de electrones en el enlace?
- 196 Alumno: Comparten los electrones.
- 197 Entrevistador: ¿En el enlace del cloruro de sodio es igual que en el enlace del agua? ¿También los átomos de cloro y de sodio comparten los electrones?
- Alumno: Sí.
- 198 Entrevistador: ¿Y una molécula de agua sólida, en el hielo, tendría alguna diferencia en cuanto a su representación con la que dibujaste?
- Alumno: El volumen.

- 199 Entrevistador: ¿El volumen de la molécula de agua en el líquido es diferente que el volumen de la molécula en el hielo? ¿De ser así, cuál es más grande?
- 200 Alumno: El de la molécula congelada.
- 201 Entrevistador: ¿Es como que la molécula ocupa más espacio?
- 202 Alumno: Sí.
- 203 Entrevistador: ¿Y si fuese una molécula de agua gaseosa, habría alguna diferencia en la representación?
- 204 Alumno: Y es más liviana.
- 205 Entrevistador: La molécula es más liviana.
- 206 Alumno: No, a ver... claro, no, estarían más separadas las moléculas. Entre molécula y molécula habría más espacio.
- 207 Entrevistador: ¿Y en cuanto al enlace entre el oxígeno y el hidrógeno habría alguna diferencia si el agua es sólida, líquida o gaseosa?
- Alumno: No.
- 208 Entrevistador: ¿Y entre varias moléculas de agua líquida hay interacción? ¿Hay alguna fuerza entre esas moléculas?
- 209 Alumno: No. No se rechazan, pero tampoco se atraen.
- 210 Entrevistador: ¿Y en el agua gaseosa, que pasaría entre distintas moléculas?
- 211 Alumno: Se rechazan.
- 212 Entrevistador: ¿Se rechazan?
- 213 Alumno: Sí.
- 214 Entrevistador: ¿Y si las moléculas de agua fuesen sólidas?
- 215 Alumno: Si el agua es sólida se atraen.
- 216 Entrevistador: ¿Y que determina que cambien esas fuerzas entre las moléculas? Porque vos me decís que las moléculas en el agua sólida se atraen, en el agua líquida ni se atraen ni se rechazan y en el agua gaseosa se rechazan.
- 217 Alumno: Aja.
- 218 Entrevistador: ¿Qué hace que eso cambie?
- 219 Alumno: La temperatura, la temperatura ambiente.
- 220 Entrevistador: ¿La temperatura hace que cambie el tipo de relación que hay entre las moléculas?
- Alumno: Sí.
- 221 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento, ¿qué conclusiones te sugiere la siguiente representación? (se muestra el esquema de la pregunta 1).
- 222 Alumno: Y que acá dos átomos sueltos, hay que ver si serían iguales,...
- 223 Entrevistador: Si son todos átomos de X, podemos suponer que son iguales.
- 224 Alumno: Bueno, si son todos iguales... y acá se agruparían, sería algo así como el oxígeno.
- 225 Entrevistador: ¿En este agrupamiento habría un enlace entre los átomos?
- 226 Alumno: Claro.
- 227 Entrevistador: ¿La explicación para el enlace sería la misma que para el agua? ¿Compartirían electrones?
- Alumno: no se entiende la grabación.
- 228 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación? (se muestra el esquema de la pregunta 2)

- 229 Alumno: Y, algo similar a lo otro, nada más que separados, tengo dos elementos que tras una reacción quedaron formados.
- 230 Entrevistador: ¿Aquí también hay un enlace del mismo tipo que me explicaste en el caso de los átomos de X? ¿Comparten los electrones?
- Alumno: Sí.
- 231 Entrevistador: ¿Qué tipo de fuerzas habría en el enlace? ¿En un enlace hay fuerzas de atracción?
- 232 Alumno: Si.
- 233 Entrevistador: ¿Y por qué se producen esas fuerzas?
- 234 Alumno: Por las cargas positivas o negativas.
- 235 Entrevistador: ¿Qué se atraen entre ellas?
- 236 Alumno: Si.
- 237 Entrevistador: O sea, que sería como una atracción electrostática.
- 238 Alumno: Sí.
- 239 Entrevistador: ¿Y qué pasaría, por qué se atraen, hay cargas de diferente tipo?
- 240 Alumno: De diferente tipo.
- 241 Entrevistador: ¿Las cargas son de los núcleos o de los electrones?
- 242 Alumno: De los electrones. Puede ser una molécula neutra, o puede ser una molécula positiva, un átomo positivo que...
- 243 Entrevistador: ¿Los electrones tienen cargas positivas o negativas?
- 244 Alumno: Los electrones negativas.
- 245 Entrevistador: ¿Siempre? ¿Y con quién se atraerían que tenga carga opuesta?
- 246 Alumno: Con los protones.
- 247 Entrevistador: Ah, ... los protones en un átomo atraerían a los electrones.
- 248 Alumno: Claro.
- 249 Entrevistador: Yo te voy a decir unas palabras y quiero que vos me digas todas las que se te ocurran o asocies con ellas.
- Unión
- 250 Alumno: Conjunto, compatibilidad, fuerza, energía que disminuye o se concentra, enlaces, elementos.
- 251 Entrevistador: Interacción.
- 252 Alumno: Intercambio, interactúan, hay dos partes una hace algo y la otra responde.
- 253 Entrevistador: ¿Su significado sería similar a unión?
- 254 Alumno: No.
- 255 Entrevistador: Enlace.
- 256 Alumno: Engancharse.
- 257 Entrevistador: Bien, ya terminamos. Muchas gracias por tu colaboración.

Alumno: Tedy Gusmán

Edad: 17 años

Actividad en la facultad: realiza Curso de Articulación a Distancia (C.A.R.D.I.) en Química

258 Entrevistador: El oxígeno que respiramos es una molécula diatómica. ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?

259 Alumno: Se atraen los dos átomos, por las valencias que tienen se atraen, y forman la molécula.

260 Entrevistador: ¿Hay una fuerza entre los átomos?

261 Alumno: Sí.

262 Entrevistador: ¿Qué tipo de fuerza?

263 Alumno: Es una fuerza electromagnética, creo que era.

264 Entrevistador: ¿Una vez que se formó la molécula hay interacción alguna interacción entre ellas?

265 Alumno: Las moléculas en estado gaseoso tienden, hay una propiedad de ocupar el mayor lugar posible, tienden a dispersarse.

266 Entrevistador: ¿Y hay alguna relación entre esas moléculas? ¿Se atraen o se rechazan, o pasa algo entre ellas?

Alumno: Si tienden a dispersarse calculo que se van a rechazar.

267 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que ocurre para que el cloro y el sodio formen ese compuesto?

268 Alumno: Hay una atracción. Se unen por las valencias que tienen como que se atraen y ahí, o sea, ... se forma el cloruro de sodio.

Entrevistador: ¿Los átomos que tienen diferentes valencias se atraen siempre?

269 Alumno: No, depende. De la, de... bajo las condiciones que estén. Eso influye para que se atraigan.

270 Entrevistador: ¿Y en el caso del oxígeno, acá, los átomos que se atraen tienen diferentes valencias?

Alumno: Tienen diferentes valencias.

271 Entrevistador: ¿O sea, que tengan valencias iguales o distintas no influyen mucho con la atracción? ¿Pueden atraerse dos átomos de diferentes valencias como dos átomos de valencias iguales?

Alumno: Sí.

272 Entrevistador: ¿Y en el cloruro de sodio sólido, hay relación entre distintas partículas de esta sustancia?

273 Alumno: No, porque ya las sustancias son diferentes, las propiedades que tenía una sustancia y otra. Tienen ya ciertas propiedades.

274 Entrevistador: ¿Qué significaría la unión de dos átomos?

275 Alumno: ¿Cómo qué significa la unión?

276 Entrevistador: ¿Cómo están unidos? Vos me dijiste que es porque tienen diferentes valencias. Yo sé que los átomos tienen núcleo y nube electrónica. ¿Qué pasaría con los mismos? ¿Pasa algo o siguen igual?

- 277 Alumno: Los dos átomos no pasan a ser uno sólo sino que pasan a unirse.
- 278 Entrevistador: ¿Los núcleos de los átomos se juntan?
- 279 Alumno: No, no se juntan.
- 280 Entrevistador: ¿Y las nubes electrónicas?
- 281 Alumno: Tampoco.
- 282 Entrevistador: ¿Es como que los átomos se acercaran y se quedaran así, cerca pero no mezclados? ¿Se mezclan o sólo se tocan?
- 283 Alumno: Se tocan.
- 284 Entrevistador: Si yo representase un átomo de oxígeno con el símbolo **O** y un átomo de hidrógeno así **•**. ¿Cómo representarías una molécula de agua?
- 285 Alumno: Estaría así unido. (la representación se incluye en fotocopia del original al final de la entrevista)
- Entrevistador: ¿Y si el agua fuera gaseosa, la representación sería diferente?
- 286 Alumno: No, porque si esto se llega a desunir sería oxígeno por un lado e hidrógeno por el otro.
- Entrevistador: ¿Y si fuera agua sólida la representación sería esa también?
- 287 Alumno: Si, o sea, el cambio de estado del agua, o sea, las moléculas tienen una formación determinada y tiende a cambiar sus posiciones, o sea, hace una fuerza que influye para que cambie.
- 288 Entrevistador: ¿Y hay fuerzas entre las moléculas de agua cuando esta sustancia es sólida, líquida o gaseosa?
- Alumno: Sí.
- 289 Entrevistador: ¿Esas fuerzas en el agua en estado sólido son de atracción o de repulsión?
- Alumno: De atracción, están en estado sólido.
- 290 Entrevistador: ¿Cuándo pasamos a agua líquida sigue habiendo fuerzas entre las moléculas?
- 291 Alumno: Hay una fuerza, pero ya es mucho menor, porque no tiene tanta potencia como en estado sólido, entonces no tiende a mantener su forma. Entonces tiende a desplazarse más que la fuerza que hacen.
- 292 Entrevistador: ¿Y en el agua gaseosa?
- 293 Alumno: Ahí directamente se repelen.
- 294 Entrevistador: ¿O sea, que la fuerza ya habría cambiado de atracción a repulsión entre las moléculas?
- 295 Alumno: Y si, tienden a separarse, el espacio entre molécula y molécula pasa a ser mucho mayor y tiende a ocupar más lugar.
- Entrevistador: O sea, que no sabes si realmente habría una fuerza.
- 296 Alumno: No sé si realmente hay una fuerza, o si es lo que hay en el aire, son distintas sustancias que tienden a mezclarse por las propiedades de los gases. Una molécula tiende a mantener su posición pero al estar separadas se van mezclando. Yo creería que si, que hay una fuerza que hace que se separen.
- 297 Entrevistador: Si aquí no hubiera otros gases, solo oxígeno, ¿crees que habría una fuerza entre las moléculas de oxígeno que hace que vayan para un lado y para otro?
- 298 Alumno: Y si, o sea, está la fuerza de gravedad. Pero si están en un recipiente cerrado no es que hacen fuerza para alejarse.
- 299 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento, ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación? (representación de la pregunta 1)

300 Alumno: Ahí, de un estado gaseoso hay un tipo de reacción, pasa del estado gaseoso a un estado líquido, puede ser. Disminuye la distancia entre átomo y átomo. No, no, ahí que pasó.

No sé. Hay como una atracción entre átomos. Y por ejemplo, si son átomos de carbono, y se unen pasan a ser, a tener mayor valencia, o sea.

301 Entrevistador: ¿Habría un enlace entre estos átomos?

302 Alumno: Sí.

303 Entrevistador: ¿Y las fuerzas que hay en ese enlace? ¿Hay fuerzas en ese enlace?

304 Alumno: Sí.

305 Entrevistador: ¿Las fuerzas son de atracción o de repulsión?

306 Alumno: De atracción.

307 Entrevistador: ¿Y esas fuerzas son electrostáticas?

308 Alumno: Sí.

309 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes, ¿qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

310 Alumno: Que es una fusión, que se unen los átomos de B y los átomos de A, que hay una fuerza y que así se atraen.

311 Entrevistador: ¿Y habría un enlace entre los átomos de A y B.

312 Alumno: Sí.

313 Entrevistador: Yo te voy a decir unas palabras y quiero que vos me digas todas las que se te ocurran o asocies con ellas.

Unión

314 Alumno: Enlace, función, intersección.

315 Entrevistador: Interacción.

316 Alumno: Relación, complemento.

317 Entrevistador: Enlace.

318 Alumno: Las dos palabras anteriores. Función donde a cada elemento le corresponde otro donde se fundan o se unen.

Entrevistador: Bien, terminamos. Muchas gracias por tu colaboración.

Alumno: Emanuel Almada

Edad: 17 años

Actividad en la facultad: realiza Curso de Articulación a Distancia (C.A.R.D.I.) en Química

Gran parte de la grabación se perdió por una falla técnica, se transcriben a continuación los párrafos que se logró rescatar.

335 Entrevistador: ¿Hay fuerzas entre esas moléculas de agua en el hielo?

336 Alumno: Sí

337 Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de atracción o de repulsión?

338 Alumno: De atracción.

339 Entrevistador: ¿Y en el agua líquida?

340 Alumno: De atracción, o sea, con respecto al hielo hay una fuerza de repulsión. O sea, si paso el hielo de estado sólido al estado líquido las moléculas entre sí se repelen, o sea, hay una repulsión entre moléculas debido a la temperatura o la presión que se le ejerce a ese elemento, o sea, a ese cuerpo.

341 Entrevistador: Estamos hablando de las fuerzas en las moléculas en el hielo y en el agua líquida, y si yo ahora agrego al análisis el agua gaseosa. ¿Hay fuerzas entre las moléculas de agua en un gas?

342 Alumno: De repulsión.

343 Entrevistador: o sea, que en el hielo hay fuerzas de atracción. ¿Y en el agua líquida?

343 Alumno: Se podría decir que intermedio, o sea, hay fuerzas de atracción pero no con tanta atracción como en el hielo.

344 Entrevistador: ¿Y en el vapor de agua, en el gas?

345 Alumno: Hay fuerzas de repulsión, por lo general, que predominan

Aquí termina el párrafo que se logró desgravar.

Alumno: Mariana Ferrari

Edad: 18 años

Actividad en la facultad: cursa Química General

346 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento.

¿Qué conclusión te sugiere la siguiente representación?

347 Alumna: Que se produce un enlace.

348 Entrevistador: ¿Por qué se produce un enlace? ¿Qué pasa para que se produzca un enlace?

349 Alumna: No, no sé si se produce un enlace. Si son dos átomos de la misma sustancia me parece raro que pase esto.

350 Entrevistador: ¿No podría pasar esto?

351 Alumna: No sé si no podría pasar, pero a mi criterio es raro.

352 Entrevistador: ¿Por qué es raro?

353 Alumna: Porque si tienen las mismas características o se unen todos o no se une ninguno.

354 Entrevistador: ¿Sería como en el siguiente dibujo 1? (se esquematiza un grupo de X todas juntas)

355 Alumna: Claro, sí, sí.

Ah, no, si puede ser como en el esquema. Se forma una molécula.

342 Entrevistador: ¿Y como ocurre ese enlace para formar molécula? ¿Qué pasó entre los átomos?

343 Alumna: Hubo una atracción.

344 Entrevistador: ¿Y por qué se da tal atracción?

345 Alumna: No sé.

346 Entrevistador: Pero a vos que te parece.

347 Alumna: No sé... no sé. O sea, yo creo que es el comportamiento en las partículas de los átomos que hace que se produzca el enlace.

348 Entrevistador: Yo sé que los átomos tienen protones y electrones. ¿Cambia algo cuando se produce el enlace en la estructura de los átomos?

349 Alumna: Los núcleos, no. Las órbitas de los átomos se unen, la última órbita. La última, se cambian electrones entre los átomos.

350 Entrevistador: ¿Y por qué le cedería un electrón un átomo a otro?

351 Alumna: Se supone que se pueden unir, hay una fuerza magnética, como una pila. Si a un átomo le falta un electrón para completarse, para que quede... no sé... bien. Lo que yo sé, no lo sé bien al porque. Sólo sé el proceso.

352 Entrevistador: Recién vos dijiste: "le faltan electrones". ¿Para qué?

353 Alumna: Para completar el octeto. Hay una regla que dice que tiene que tener ocho electrones en su última capa.

354 Entrevistador: Hay alguna explicación de porqué tiene que ser así, lo beneficia en algo al átomo.

355 Alumna: Es una teoría.

- 356 Entrevistador: en el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 357 Alumna: Sí, ahí sí, y también se unen dos átomos.
- 358 Entrevistador: ¿los enlaces son iguales a los que se producían aquí (el entrevistador enseña la lámina de la pregunta anterior)?
- 359 Alumna: Y... no.
- 360 Entrevistador: ¿Qué cambia entre este caso y el anterior?
- 361 Alumna: Y, si acá fueran los dos iguales, los átomos tienen que compartir electrones. En cambio acá (se refiere al caso presente) que son las sustancias diferentes, los átomos de sustancias diferentes pueden o compartir o que un átomo le ceda electrones al otro.
- 362 Entrevistador: ¿y puede haber un caso aquí (se señala es esquema que presenta átomos de A y de B) en que se compartan electrones?
- 363 Alumna: Sí
- 364 Entrevistador: Si \bigcirc y \bullet representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos? Se le enseña la figura 3-1
- 365 Alumna: Esto es una molécula.
- 366 Entrevistador: ¿Algo más?
- 367 Alumna: No.
- 368 Entrevistador: Enseña la figura 3-2.
- 369 Alumna: No pueden ser átomos.
- 370 Entrevistador: ¿Forman una molécula como antes?
- 371 Alumna: No.
- 372 Entrevistador: Enseñando la figura 3-3.
- 373 Alumna: No, nada.
- 374 Entrevistador: Enseñando la figura 3-4.
- 375 Alumna: Un átomo con un ion negativo y un ion positivo. Un átomo que tomó electrones y un átomo que perdió electrones.
- 376 Entrevistador: Enseñando la figura 3-5.
- 377 Alumna: Nada.
- 378 Entrevistador: ¿Podrías representar una molécula de agua líquida?
- 379 Alumna: Dibuja en una hoja.
- 380 Entrevistador: ¿y estas rayitas qué representarían?
- 381 Alumna: Y estas rayitas representarían la unión.
- 382 Entrevistador: ¿Y cómo se unen?
- 383 Alumna: Por un enlace mediante fuerzas de atracción entre ellos.
- 384 Entrevistador: Los enlaces siempre indican fuerzas de atracción, ¿o no?
- 385 Alumna: No, no... Son fuerzas de atracción cuando son enlaces iónicos.
- 386 Entrevistador: ¿Y si no fuera así? ¿No se producen fuerzas de atracción?
- 387 Alumna: Sí, bueno, sí. Porque de algún modo se producen. Supongo... sino fueran fuerzas de atracción debe haber otra cosa que no sean fuerzas de atracción.
- 388 Entrevistador: ¿Cómo sería la representación de una molécula de agua gaseosa?
- 389 Alumna: La misma.
- 390 Entrevistador: ¿Y de una molécula de agua sólida?
- 391 Alumna: La misma.
- 392 Entrevistador: Si tengo dos moléculas de agua gaseosa, entre esas moléculas, ¿hay fuerzas?
- 393 Alumna: Sí.

- 394 Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 395 Alumna: Fuerzas de repulsión... no sé.
- 396 Entrevistador: ¿No sabes si son fuerzas de atracción o de repulsión?
- 397 Alumna: No, de atracción.
- 398 Entrevistador: ¿Las moléculas de agua en un gas están unidas entre ellas?
- 399 Alumna: No, las moléculas en el gas no están unidas.
- 400 Entrevistador: Pero igual hay fuerzas entre ellas.
- 401 Alumna: Je... no.
- 402 Entrevistador: Si tengo dos moléculas de agua líquida, entre esas moléculas, ¿hay fuerzas?
- 403 Alumna: No sé.
- 404 Entrevistador: Vos que crees.
- 405 Alumna: No.
- 406 Entrevistador: ¿Y en el agua sólida?
- 407 Alumna: No se si hay fuerzas, pero si miras están juntas. Yo no sé si hay fuerzas entre ellas o hay otra cosa.
- 408 Entrevistador: El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica. ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 409 Alumna: Y se unieron los átomos. Se produjo un enlace.
- 410 Entrevistador: ¿Y por qué?
- 411 Alumna: Porque el oxígeno tiene esas características.
- 412 Entrevistador: O sea, que sería como que se unieron para formar una molécula de oxígeno.
- 413 Alumna: Claro.
- 414 Entrevistador: ¿El enlace se formó con la finalidad de formar una molécula?
- 415 Alumna: No, los átomos no tienen por qué tener una finalidad. Es el estado natural (imposible de traducir lo que sigue).
- 416 Entrevistador: ¿Hay una reacción química para formar la molécula?
- 417 Alumna: No.
- 418 Entrevistador: ¿No?
- 419 Alumna: No.
- 420 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que un átomo de cloro y un átomo de sodio formen ese compuesto?
- 421 Alumna: Imposible seguir desgravar el resto de la entrevista.

Alumno: Gustavo Goncalves

Edad: 18 años

Actividad en la facultad: cursa Química General

- 422 Entrevistador: Si en el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 423 Alumno: Una unión entre átomos.
- 424 Entrevistador: ¿Y cómo se realizó esa unión?
- 425 Alumno: O sea, que... uno de los átomos tenía una fuerza mayor que otro y entonces los atrajeron y formaron tres pares.
- 426 Entrevistador: ¿Entre esos átomos existen fuerzas?
- 427 Alumno: Sí.
- 428 Entrevistador: ¿Y si estos átomos son todos iguales, como se explica que unos tengan mayor fuerza que otros?
- 429 Alumno: Eh... puede ser porque... podría ser según a qué tipo de sustancia pertenecen esos átomos.
- 430 Entrevistador: ¿Depende de la sustancia de donde hubieran salido?
- 431 Alumno: Claro.
- 432 Entrevistador: ¿Y si estuvieran los átomos así sueltos?
- 433 Alumno: Eh... la verdad que yo no sabría decirle porque se unirían porque si o si tendría que haber una relación. Algo pasa para que esto se una.
- 434 Entrevistador: ¿Algo pasa pero vos no sabrías explicarme qué?
- 435 Alumno: Si, claro porque si o si tenemos que saber átomos de qué son para poder saber si se unen. Hay tipos de unión que según la clasificación de los átomos se dan.
- 436 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representa átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 437 Alumno: Prácticamente pasó lo mismo que en el anterior; en un recipiente tengo tres átomos de A y tres átomos de B. Y los junto a los dos en el mismo recipiente juntándose un A con un B.
- 438 Entrevistador: ¿Y cómo se juntan? ¿Qué pasa para que se junten?
- 439 Alumno:
- 440 Entrevistador: ¿Tiene que pasar algo para que se junten?
- 441 Alumno: Si, algo tiene que pasar. Eh... A y B no son iguales. Y, puede pasar, ya sea por la característica de cada uno de los átomos. Porque yo creería que llegamos a lo mismo del principio. Por si solos no se unen. Si o si cada uno tiene algo que la hace que se unan con las otras. Y la unión, así, esto se llaman enlaces de diferentes características: pueden ser iónicas, metálicas o covalentes. Si este átomo es de un metal y este de un no metal, y se dice que son iónicas. Si son dos no metales es covalente. Si serían dos metales es metálica. Pero existen fuerzas entre ellos que hacen que se unan.

- 442 Entrevistador: Vos dijiste que esas uniones pueden ser metálicas, iónicas o covalentes y que existen fuerzas. ¿Esas fuerzas son distintas en los distintos tipos de unión?
- 443 Alumno: Claro, sí, sí. Siempre uno va a tener más fuerza que el otro y eso hace que se junten.
- 444 Entrevistador: ¿Y que hay entre las fuerzas en una unión que es iónica y en una que es covalente?
- 445 Alumno: ¿La diferencia?
- 446 Entrevistador: Si hay alguna diferencia...
- 447 Alumno: Las iónicas, eh...
- 448 Entrevistador: vos me decís que hay fuerzas. ¿Las fuerzas en una unión iónica son de distinto tipo? ¿Tienen origen en circunstancias distintas?
- 449 Alumno: Claro.
- 450 Entrevistador: ¿Tienen origen en la misma causa, nada más que una es más fuerte que la otra?
- 451 Alumno: La diferencia es que en la iónica es un metal y un no metal. Eh... entra en juego la parte de electronegatividad, el más electronegativo atrae al menos electronegativo. La diferencia en el concepto, ya sea unión metálica o covalente siempre habrá uno que es más electronegativo que el otro.
En este caso si fuera metálica la diferencia es que en ésta serían dos metales y si fuera iónica sería un metal y un no metal.
Y de la covalente a la iónica es que en la iónica es un metal y un no metal y en la covalente son dos no metales.
- 452 Entrevistador: Si \bigcirc y \bullet representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos?
A continuación se le enseña al alumno la figura 3.1
- 453 Alumno: La formación de una molécula, como ser la molécula de agua.
- 454 Entrevistador: Muestra la figura 3.2
- 455 Alumno: Como están separados la verdad es que no me sugieren nada.
- 456 Entrevistador: Muestra la figura 3.3
- 457 Alumno: Tampoco.
- 458 Entrevistador: Muestra la figura 3.4
- 459 Alumno: Dos átomos, uno con carga positiva y otro con carga negativa.
- 460 Entrevistador: ¿Y cómo se habría llegado a eso?
- 461 Alumno: ¿A que tengan carga positiva y negativa? ... Y puede ser porque... Sería que estos se van a unir, puede ser por la naturaleza de los átomos que según el compuesto que lleguen a formar. Unos se comportan como átomos negativos y otros como positivos... pero creo que pueden ser dos átomos uno con carga positiva y otro con carga negativa, nosotros los representamos así.
- 462 Entrevistador: Mostrando la figura 3.5
- 463 Alumno: Yo creo que es un dibujo, nada más.
- 464 Entrevistador: El oxígeno es una molécula diatómica, ¿qué crees que pasó para que dos átomos de oxígeno se unan y formen una molécula?
- 465 Alumno: Puede ser que se sumaron.
- 466 Entrevistador: ¿Y cómo se suman? Exactamente...
- 467 Alumno: Un átomo de oxígeno y un átomo de oxígeno dan una molécula.
- 468 Entrevistador: ¿Tiene que pasar algo para que formen una molécula?

- 469 Alumno: No, tienen que unirse, nada más. En este caso un átomo de oxígeno y un átomo de oxígeno dan una molécula.
Supuestamente el oxígeno es una molécula y está constituida por dos átomos. Y tienen que sumarse.
- 470 Entrevistador: Para que se unan dos átomos de oxígeno y formen una molécula, ¿hay una reacción química o es un proceso físico?
- 471 Alumno: No, no es un proceso físico nomás. Que sé yo, poner una bolita y ponerle otra más adentro de una bolsita y ya está.
- 472 Entrevistador: ¿No hay lo que ustedes llaman reacciones químicas.
- 473 Alumno: No, no.
- 474 Entrevistador: ¿Entre estos dos átomos habría fuerzas?
- 475 Alumno: Sí, yo creo que sí; es lo que los mantiene unidos para formar la molécula.
- 476 Entrevistador: ¿Y esas fuerzas son de atracción o de repulsión.
- 477 Alumno: De atracción.
- 478 Entrevistador: Si tengo dos moléculas de oxígeno gaseoso, ¿entre esas dos moléculas de oxígeno existen fuerzas?
- 479 Alumno: Y, si están separadas, no; yo le diría que no... Si uno las junta yo creería que en vez de tener dos moléculas de oxígeno vamos a tener... porque si uno las junta se simplifican, se pueden llegar a simplificar. No, yo creería que no hay ninguna. La fuerza estaría entre los átomos para formar la molécula.
- 480 Entrevistador: ¿Pero entre las moléculas hay fuerzas?
- 481 Alumno: No.
- 482 Entrevistador: ¿Qué quieres decir con que se simplifican, si quieres puedes dibujar?
- 483 Alumno: Llegamos a simplificar la molécula, un ejemplo podría ser... eh... lo que pasa que siempre que hace una molécula tienden a tallar lo que se llama la valencia del elemento, que se pone arriba.
El oxígeno se encuentra en la naturaleza como un gas simple. Los gases simples son todos biatómicos. Yo creería que la simplificación de un compuesto vendría a darse cuando nosotros queremos formar por ejemplo: el dióxido de carbono, el carbono y el oxígeno son dos gases simples y biatómicos (reacción 1 en la hoja dibujada por el alumno)
- 484 Entrevistador: ¿Y una simplificación de este estilo se daría cuando se simplifican dos moléculas de oxígeno?
- 485 Alumno: Si pero yo no se daría.
- 486 Entrevistador: ¿Pero crees que pasaría algo como esto?
- 487 Alumno: Sí.
- 488 Entrevistador: ¿Y esto si es una reacción química?
- 489 Alumno: Si, es una ecuación química.
- 490 Entrevistador: Y en las uniones químicas, ¿siempre hay cargas como dibujaste en los átomos?
- 491 Alumno: Si, cada átomo tiene ya su carga por descubrimiento.
Según el compuesto que formen van a trabajar con su valencia. El oxígeno siempre trabaja con valencia menos dos, pero cuando forma peróxidos o superóxidos trabaja con valencia positiva. En la naturaleza siempre se va a encontrar con valencia menos dos.
- 492 Entrevistador: ¿Y por qué cambian la valencia?

- 493 Alumno: Por ejemplo este dióxido de carbono (el alumno refiere a una ecuación de formación de dióxido de carbono que escribió) está como molécula neutra y para que se neutralice el oxígeno tiene que trabajar con valencia negativa.
- 494 Entrevistador: ¿Y entonces cambiaría de +1 cuando encuentra otro que trabaja con valencia -1?
- 495 Alumno: Claro.
- 496 Entrevistador: ¿Cuándo encuentra otro que trabaja con valencia negativa en vez del oxígeno, él cambia a positiva?
- 497 Alumno: Claro, el agua oxigenada sería un ejemplo de un peróxido donde el oxígeno trabaja con valencia positiva.
(el alumno escribe una reacción química numerada como 2)
El hidrógeno tiene valencia +1 siempre y el oxígeno con valencia +2... como era esta parte...
Yo en este momento no me acuerdo.
- 498 Entrevistador: Yo sé que los átomos tienen protones y electrones, ¿esas valencias tienen algo que ver con los protones y los electrones que tienen los átomos? ¿Tiene algo que ver con la estructura que tienen los átomos?
- 499 Alumno: No, no, con la estructura no. Ya los elementos de por sí tienen sus protones, sus electrones y neutrones y... no, los estados de oxidación no tienen nada que ver.
- 500 Entrevistador: ¿Los estados de oxidación no tienen que ver con la estructura atómica?
- 501 Alumno: No.
- 502 Entrevistador: Representa una molécula de agua.
- 503 Alumno: Dibuja en la hoja.
- 504 Entrevistador: ¿Los átomos están unidos? Si lo están, ¿cómo se forma la unión?
- 505 Alumna: En este caso,... en el agua por ejemplo la unión es covalente. En este caso el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno. Como este tiene más fuerza (el oxígeno) atrae los átomos del hidrógeno para él. Para completar lo que les falta. Supuestamente el oxígeno tiene en la última órbita de la estructura del átomo seis electrones, como el hidrógeno tiene uno, uno de este y otro de este tiene ocho.
- 506 Entrevistador: ¿Y por qué tiene que tener ocho?
- 507 Alumno: Lo tengo que dar todo el parcial de química general. Es como una ley, la ley del octeto, tiende la mayoría a completar ocho que sería la tendencia del gas noble más cercano al oxígeno.
Como el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno. La electronegatividad hace que el oxígeno tienda a atraer hacia él con esa electronegatividad los átomos del otro. El hidrógeno como es menos electronegativo tiene menos fuerza de retención y se los entrega y forma los ocho.
- 508 Entrevistador: ¿Y están unidos con los electrones? ¿Los núcleos no tienen algo que ver?
- 509 Alumno: No.
- 510 Entrevistador: ¿No interviene para nada?
- 511 Alumno: El núcleo lo único que hace es la masa del átomo.
- 512 Entrevistador: ¿No tiene nada que ver en las atracciones, en las fuerzas, en que haya mayor atracción hacia los electrones? ¿No cuenta para nada?
- 513 Alumno: No, no. Los electrones son los que tienen mucho que ver.

- 514 Entrevistador: ¿Y hay alguna explicación que me puedas dar de porque hay átomos que tienen más fuerza para atraer electrones que otros?
- 515 Alumno: Si, esa, la electronegatividad pero no me acuerdo a que se debe. Los compuestos más electronegativos siempre tienden a atraer hacia él los electrones.
- 516 Entrevistador: Entre varias moléculas de agua gaseosa, ¿existe alguna interacción, alguna fuerza?
- 517 Alumno: Yo no sé si habría fuerzas, pero si que habría uniones.
- 518 Entrevistador: ¿Entre las moléculas de agua?
- 519 Alumno: Si, no es que estarían pegadas. Creo que podrían llegar a estar pegadas. Pero como es gaseoso las moléculas van y vienen en el recipiente, están en continuo movimiento.
Si sería líquida ya cambiaría.
- 520 Entrevistador: ¿Qué pasaría entre las moléculas fuese líquida?
- 521 Alumna: En el dibujo, este (señala el dibujo marcado como 1-a) sería un gas. En un líquido tienen un orden más parejo. Pero están unidos, hay fuerzas de atracción entre ellas.
- 522 Entrevistador: Y aquí, en un gas, ¿habría fuerzas de atracción?
- 523 Alumno: No hay. O sea, existen pero son casi nulas.
- 524 Entrevistador: ¿O sea, que las fuerzas son menores en un gas que en un líquido?
- 525 Alumno: Claro.
- 526 Entrevistador: ¿Y en un sólido como ser el hielo?
- 527 Alumno: En el sólido las moléculas están una al lado de la otra, las fuerzas de atracción son muy fuertes.
- 528 Entrevistador: ¿De modo que las fuerzas entre moléculas aumentarían de un gas al líquido, y de este al sólido?
- 529 Alumno: Claro, según la temperatura.
- 530 Entrevistador: ¿Y por qué aumentan? ¿Qué es lo que hace que las fuerzas entre las moléculas sean mayores?
- 531 Alumno: Y, o sea,... la temperatura y la presión.
- 532 Entrevistador: ¿Cuándo la temperatura es más baja la fuerza entre las moléculas crece?
- 533 Alumno: Si, si está bien.
- 534 Entrevistador: La representación de una molécula de agua, ¿cambiaría del sólido al líquido o al gas?
- 535 Alumno: No.
- 536 Entrevistador: ¿Y la fuerza entre los átomos en una molécula de agua sólido, líquida o gaseosa, ¿sería distinta?
- 537 Alumno: No.

Imposible seguir desgravando a partir de aquí, la grabación es poco clara.

Alumno: Georgina Galli

Edad: 18 años

Actividad en la facultad: cursa Química General

- 538 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere el mismo?
- 539 Alumna: Que se formaron moléculas diatómicas al estar átomos sueltos se formaron tres moléculas diatómicas.
- 540 Entrevistador: ¿Qué pasó entre esos átomos para que se formaran las moléculas?
- 541 Alumna: Se agruparon.
- 542 Entrevistador: ¿Pasó algo más entre ellos?
- 543 Alumna: Se agruparon de dos en dos.
- 544 Entrevistador: ¿Habría fuerzas entre los átomos que forman la molécula o no.
- 545 Alumna: Y sí, porque para que se agrupen.
- 546 Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de repulsión o de atracción?
- 547 Alumna: De atracción.
- 548 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere el mismo?
- 549 Alumna: Uno de estos tenía carga positiva, otro carga negativa y se atrajeron uno y uno. Una atracción electrostática.
- 550 Entrevistador: ¿Y en este caso no habría pasado eso?
- 551 Alumna: Y no porque son todos iguales.
- 552 Entrevistador: ¿Y habría fuerzas entre estos átomos?
- 553 Alumna: Sí.
- 554 Entrevistador: ¿Y porqué uno tiene cargas positivas y el otro negativas?
- 555 Alumna: Y porque sino no se atraerían unos con otros y sino no se atraerían unos con otros y no se formaría...
- 556 Entrevistador: Pero aquí (en la figura 1) no me dijiste que hubiese eso e igual se formó XX. ¿Por qué (en la figura 2) estos tienen cargas y estos no (en la figura 1)?
- 557 Alumna: ... no sé.
- 558 Entrevistador: Si en las siguientes figuras **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos?
Figura 3-1
- 559 Alumna: La molécula de agua.
- 560 Entrevistador: Figura 3-2.
- 561 Alumna: Son átomos sueltos que tienen las mismas cargas. Porque allá (en la figura 3-1) tienen distintas cargas y eso hace que se unan.
- 562 Entrevistador: Aquí (en la figura 3-2) tienen diferente carga y aquí (en la figura 3-1) no. ¿Qué habría pasado para eso?
- 563 Alumna: O también puede ser que aquí (en la figura 3-1) tienen incompleto el octeto de Lewis y se unieron para completarlo y aquí (en la figura 3-2) ya está completo de por sí.
- 564 Entrevistador: ¿Y los átomos se unen para completar ese octeto?

- 565 Alumna: Sí.
- 566 Entrevistador: ¿O sea, que cuando se forma agua en realidad se forma para completar ese octeto?
- 567 Alumna: No, y aparte porque hay atracciones, tiene diferentes cargas y eso es lo que hace que se unan.
- 568 Entrevistador: Figura 3-3.
- 569 Alumna: Je... je, no representa nada.
- 570 Entrevistador: Figura 3-4.
- 571 Alumna: Que este átomo tiene carga positiva y este carga negativa y como me mostraste en uno que están unidos se podrían llegar a unir.
- 572 Entrevistador: O sea, que después de estar como muestra la figura 3-4 se llegaría a algo como muestra la figura 3-1.
- 573 Alumna: Claro. Porque este (se refiere al átomo representado con el siguiente símbolo ●) tendría una carga positiva y este (se refiere al átomo representado con el siguiente símbolo ○) dos cargas negativas.
- 574 Entrevistador: ¿Las cargas ya las tenían antes de unirse?
- 575 Alumna: Si, las tienen que tener antes de unirse.
- 576 Entrevistador: ¿Cómo adquieren esas cargas?
- 577 Alumna: Y, ya...
- 578 Entrevistador: ¿Ya vienen con los átomos?
- 579 Alumna: Sí.
- 580 Entrevistador: Ah...
- 581 Alumna: O bien eran sustancias que fueron perdiendo iones positivos o iones negativos.
- 582 Entrevistador: ¿Pero los átomos en general tienen cargas como muestra la figura 3-4?
- 583 Alumna: Los que tienen cargas son los iones.
- 584 Entrevistador: O sea, que primero se forman los iones y después se unen.
- 585 Alumna: Sí.
- 586 Entrevistador: ¿Y cómo se forman?
- 587 Alumna: Depende, los iones positivos porque ceden electrones; los iones negativos porque toman electrones.
- 588 Entrevistador: ¿Y de quienes?
- 589 Alumna: Y de otros átomos.
- 590 Entrevistador: ¿Esos otros átomos son aquellos con los que se unen?
- 591 Alumna: Puede ser cualquiera.
- 592 Entrevistador: No necesariamente este ion positivo le tuvo que ceder un electrón a este ion negativo.
- 593 Alumna: Claro, lo que pasa es que al ser uno positivo y otro negativo lo que le falta a uno es lo que le sobra al otro.
- 594 Entrevistador: ¿Pero no necesariamente este ion positivo le tiene que ceder un electrón a este ion negativo?
- 595 Alumna: No.
- 596 Entrevistador: ¿Primero estaban los iones y después se unieron?
- 597 Alumna: Sí.
- 598 Entrevistador: Figura 3-5.
- 599 Alumna: No sé.

- 600 Entrevistador: Vos sabes que el oxígeno es una molécula diatómica, ¿qué pasó o qué crees que pasó para llegar de tener dos átomos separados a tener una molécula?
- 601 Alumna: Lo que pasa, que por lo que yo sé. No se como explicarte. Yo sé que la molécula de oxígeno está formada por dos átomos, así.
- 602 Entrevistador: O sea, que lo que yo te digo no tiene sentido.
- 603 Alumna: No sé, yo cuando tengo que equilibrar algo pongo $\frac{1}{2}$ de la molécula oxígeno.
- 604 Entrevistador: ¿O sea, que nunca tuvo que pasar nada, esto (en referencia al oxígeno) está como una molécula?
- 605 Alumna: Para mi sí. Un solo átomo de oxígeno no existe.
- 606 Entrevistador: ¿O sea, que nunca pudo ocurrir que dos átomos separados se unieron para formar una molécula?
- 607 Alumna: No sé, capaz que sí.
- 608 Entrevistador: ¿Y suponiendo que pudieran estar separados, que tuvo que pasar para que se forme una molécula?
- 609 Alumna: Lo que pasa es que para que se forme una molécula tienen que tener una carga positiva y otra carga negativa. Pero si son átomos del mismo elemento no sé.
- 610 Entrevistador: ¿No pueden tener diferentes cargas?
- 611 Alumna: Y no.
- 612 Entrevistador: Supongamos dos moléculas de oxígeno gaseoso. ¿Entre esas moléculas habría una atracción, repulsión o no pasaría nada?
- 613 Alumna: No, no pasaría nada. Lo que podrías hacer es ver que cantidad de moléculas tenés, pero...
- 614 Entrevistador: ¿Pero entre las distintas moléculas no pasa nada?
- 615 Alumna: Y no porque... sino tendrían que tener cargas.
- 616 Entrevistador: ¿Las moléculas también tienen cargas, positivas o negativas?
- 617 Alumna: No, las moléculas no. Los compuestos que forman las moléculas... El caso que yo sé es que el de otros compuestos... pero en el caso del oxígeno...
- 618 Entrevistador: ¿Podrías representar una molécula de agua?
- 619 Alumna: Dibuja.
- 620 Entrevistador: ¿Y por qué tienen que estar juntas?
- 621 Alumna: Para que haya atracción. Para que se sepa que están unidas, porque si yo las pongo separadas es un átomo por un lado y otro por el otro.
- 622 Entrevistador: Yo sé que los átomos tienen protones y electrones. Cuando se unen, ¿qué es lo que se une los núcleos de los átomos? ¿Los núcleos están unidos o no?
- 623 Alumna: No.
- 624 Entrevistador: ¿No? ¿Y qué se une entonces?
- 625 Alumna: Y, yo eso no sé. Nunca me puse a pensar eso. Sé que unos tienen cargas positivas y otro negativa y hay que unirlos.
- 626 Entrevistador: ¿Y la adquisición de esas cargas tiene algo que ver con los protones y los electrones, con esa estructura interna o no?
- 627 Alumna: No. Tiene que ver, lo que pasa es que no lo sé.
- 628 Entrevistador: ¿La representación del agua gaseosa cambiaría en algo?
- 629 Alumna: No.
- 630 Entrevistador: ¿la representación del hielo cambiaría en algo?
- 631 Alumna: No.
- 632 Entrevistador: ¿Entre distintas moléculas de agua gaseosa, hay alguna relación?
- 633 Alumna: Sí, de unión puente de hidrógeno.

- 634 Entrevistador: ¿Y esa unión determina que haya fuerzas entre las moléculas?
- 635 Alumna: Y para que haya una unión tiene que haber fuerzas.
- 636 Entrevistador: ¿Y esas fuerzas serían de atracción o de repulsión?
- 637 Alumna: ...
- 638 Entrevistador: ¿No sabes? ¿Y en el agua líquida estaría esa unión puente de hidrógeno?
- 639 Alumna: No, en todas porque todo es agua.
- 640 Entrevistador: O sea, que en el agua sólida, líquida o gaseosa aparte de la unión dentro de la molécula están esas uniones puente de hidrógeno entre moléculas.
- 641 Alumna: Para mi sí.
- 642 Entrevistador: ¿Y siempre es lo mismo, no hay cambio de la fuerza de esa unión con el cambio de estado?
- 643 Alumna: Si, capaz que haya. Algo tiene que variar.
- 644 Entrevistador: ¿Aumentaría o disminuiría la fuerza de esa unión puente de hidrógeno?
- 645 Alumna: Y...
- 646 Entrevistador: ¿Algo tendría que cambiar, pero no sabes qué?
- 647 Alumna: ...
- 648 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio, ¿qué crees que pasó para que un átomo de cloro y un átomo de sodio formen ese compuesto?
- 649 Alumna: El cloro tiene carga negativa y el sodio carga positiva y se atraen.
- 650 Entrevistador: ¿Y los átomos ya tenían esas cargas antes?
- 651 Alumna: No, lo que pasa que uno viene de un ácido y el otro de un hidróxido...
- 652 Entrevistador: ¿Y existen moléculas como de las de oxígeno de este compuesto?
- 653 Alumna: Sí.
- 654 Entrevistador: ¿Y entre dos moléculas de esto habría alguna relación?
- 655 Alumna: No sé.
- 656 Entrevistador: Gracias por tu colaboración.

Alumno: Uriel Reisenstadt

Edad: 19 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

- 657 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento, ¿qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 658 Alumno: Supongo que hubo alguna reacción, algo de... calentaron o le dieron energía externa. Con calentamiento o electricidad o algo que hizo que todos esos átomos se juntaran por pares.
- 659 Entrevistador: ¿En ese caso no sería necesario que lo calentaran o le hicieran algo de afuera?
- 660 Alumno: No.
- 661 Entrevistador: ¿En el caso que no hubieran sido positivos o negativos, si debieran hacer algo desde afuera?
- 662 Alumno: Sí. Para un supuesto que se hubieran juntado.
- 663 Entrevistador: ¿Y qué habría pasado para que se unieran?
- 664 Alumno: Yo creo que si son moléculas de agua por el frío se hubiesen unido todas.
- 665 Entrevistador: O sea, que pasó de agua líquida a sólida, o de gas a sólido.
- 666 Alumno: Sí.
- 667 Entrevistador: ¿Esto sería como un cambio físico?
- 668 Alumno: Si.
- 669 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes, ¿qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema?
- 670 Alumno: ¿Están separados los dos o están todos juntos en un mismo recipiente?
- 671 Entrevistador: Y, tienen que ponerse en contacto, eso está dibujado así pero no significa que estén en recipientes separados.
¿Y qué habría pasado entre los átomos para que se formen las moléculas?
- 672 Alumno: Y por ejemplo el oxígeno recibe el átomo del hidrógeno que se queda solo. Porque el hidrógeno tiene un solo átomo libre y entonces tiende a ceder. Entonces se lo da al oxígeno para que forme sus ocho, si creo que ocho, en su última capa.
- 673 Entrevistador: ¿Y por eso se forma el agua?
- 674 Alumno: Supuestamente sí.
- 675 Entrevistador: ¿O sea, que AB prácticamente podría ser una molécula de agua?
- 676 Alumno: Sí. O cualquier otra cosa, o una sal si A es un ácido y B una base se forma sal.
- 677 Entrevistador: ¿Y entre esos átomos hay fuerzas?
- 678 Alumno: Sí, bah... depende de cómo estén, si están sólidos o líquidos o gaseosos.
- 679 Entrevistador: ¿Y en qué cambiaría?
- 680 Alumno: Y, si están sólidos están todos juntos, pegados como una sal. El cloruro de sodio. Si están líquidos estarían en un recipiente, no firme sino en contacto, en rozamiento. Si estuvieran gaseosos estarían disipados en el ambiente.
- 681 Entrevistador: ¿Y las fuerzas que habría entre los átomos serían diferentes?

- 682 Alumno: Si, si fuera sólido es muy fuerte, líquido más o menos y gas débil.
- 683 Entrevistador: Iría disminuyendo la fuerza.
- 684 Alumno: Sí.
- 685 Entrevistador: Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. Explícame qué conclusiones te sugieren las siguientes representaciones. Se le enseña la figura 3-1
- 686 Alumno: Y si uno tiene imaginación podría ser...
- 687 Entrevistador: ¿Qué podría ser?
- 688 Alumno: Una molécula de agua.
- 689 Entrevistador: Muestra la figura 3-2.
- 690 Alumno: Puede ser un átomo con los electrones girando alrededor en la órbita.
- 691 Entrevistador: Muestra la figura 3-3
- 692 Alumno: No... si bah, podría ser, si esto es el núcleo del átomo, entonces estos podrían ser las cargas negativas, los neutrones, o las cargas positivas del átomo.
- 693 Entrevistador: Muestra la figura 3-4.
- 694 Alumno: Y si, este puede ser... si uno se imagina... yo me imagino cosas.
- 695 Entrevistador: Justamente de que me digas qué te imaginas se trata.
- 696 Alumno: Se supone que esto es una parte negativa de una sal...
- 697 Entrevistador: Esto es como cuando los psicólogos te muestran esos dibujos que hacen con tinta, ¿qué ve Ud. ahí? Una mariposa, etc.
Lo que vos imaginas que ves ahí.
- 698 Alumno: Esta puede ser la parte negativa de una sal y la parte positiva que se unieron para formar la sal. Esta puede ser la parte del ácido y esta la de la base.
- 699 Entrevistador: Muestra la figura 3-5.
- 700 Alumno: Nada.
- 701 Entrevistador: el oxígeno que respiramos es una molécula biatómica (formada por dos átomos), ¿qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 702 Alumno: El oxígeno como átomo sólo no está en la naturaleza, existe como molécula. ¿Qué puede haber pasado? Se atraieron mutuamente.
- 703 Entrevistador: Ajá.
- 704 Alumno: Porque el oxígeno sólo, en la naturaleza, no está como átomo.
- 705 Entrevistador: ¿Y por qué se habrían atraído?
- 706 Alumno: Para formar... para compensar las cargas, uno positivo y otro negativo... No, no negativo o positivo para completarse la estructura de ocho electrones en la última capa.
- 707 Entrevistador: Aja, o sea, que el oxígeno, la molécula de oxígeno se habría formado para que los dos átomos completen... ¿cómo me decís?
- 708 Alumno: La última capa.
- 709 Entrevistador: ¿La última capa de electrones?
- 710 Alumno: Si, para no andar solos mutuamente se atraen.
- 711 Entrevistador: Digamos, ese sería el motor de la unión.
- 712 Alumno: Sí.
- 713 Entrevistador: ¿O sea, que si yo quiero saber si se va a formar una cosa o no tengo que ver si uniéndolos yo completo la última capa?
- 714 Alumno: Sí.
- 715 Entrevistador: ¿Si la completo la sustancia se va a formar?
- 716 Alumno: Si, y va a ser estable con respecto a otro componente que se le quiera agregar. No va a reaccionar.

- 717 Entrevistador: Aja
- 718 Alumno: El oxígeno se le agrega a la molécula para formar ozono. Pero si ya formaron los ocho electrones de valencia es prácticamente invariable como los alógenos (Ne, Xe, Ra) que no reaccionan prácticamente con ninguno.
- 719 Entrevistador: Si tuviese dos moléculas de oxígeno, ¿habría alguna relación entre las moléculas?
- 720 Alumno: Si están en estado libre si, no pasa nada.
- 721 Entrevistador: ¿No hay relación?
- 722 Alumno: No.
- 723 Entrevistador: ¿Podrías representar una molécula de agua?
¿Esos átomos están unidos?
- 724 Alumno: Sí.
- 725 Entrevistador: ¿Y tendrían cargas como me dijiste hoy?
- 726 Alumno: No me acuerdo ahora... si, bah, no me acuerdo.
- 727 Entrevistador: ¿Pero habrían completado la última capa?
- 728 Alumno: Si.
- 729 Entrevistador: ¿Existen fuerzas entre los átomos?
- 730 Alumno: Si, muchas.
- 731 Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 732 Alumno: De atracción.
- 733 Entrevistador: ¿Para que se unan los átomos tienen que ver como son dentro los átomos.
- 734 Alumno: Si, bah, no adentro no los orbitales. La parte externa, no el átomo central, el núcleo sino el átomo con sus orbitales externos.
- 735 Entrevistador: ¿O sea, que el núcleo no tiene nada que ver en las uniones.
- 736 Alumno: No, lo que se unen son los electrones.
- 737 Entrevistador: ¿El núcleo aporta en algo a esa unión? No es que intervenga, pero, ¿tiene algo que ver?
- 738 Alumno: El núcleo teóricamente es neutro porque ahí se encuentran las cargas positivas y negativas.
- 739 Entrevistador: ¿Y quienes tienen las cargas positivas y negativas?
- 740 Alumno: El átomo. Afuera están los electrones.
- 741 Entrevistador: ¿O sea, que el núcleo para nada interviene?
- 742 Alumno: No.
- 743 Entrevistador: ¿Aquí vos me decís que son los electrones?
- 744 Alumno: Los que se unen.
- 745 Entrevistador: ¿Me podrías explicar más?
- 746 Alumno: Se lo puedo dibujar.
El alumno hace un dibujo y explica que comparten los electrones y completan el octeto.
- 747 Entrevistador: ¿La representación del agua en estado líquido es igual a la del agua en estado sólido?
- 748 Alumno: Sí.
- 749 Entrevistador: ¿Y la representación del agua en estado líquido es igual a la del agua en estado gaseoso?
- 750 Alumno: Sí.
- 751 Entrevistador: ¿Y entre distintas moléculas de agua habría alguna interacción?

- 752 Alumno: Y, depende del estado en que está. Si está en estado líquido, sólido o gaseoso.
- 753 Entrevistador: ¿Si está en estado líquido pasa algo entre las moléculas?
- 754 Alumno: Si, se rozan. Toman la forma del recipiente que las contiene.
- 755 Entrevistador: ¿Hay fuerzas en el agua líquida? ¿Se atrae una molécula con otras?
- 756 Alumno: Y no.
- 757 Entrevistador: ¿Y en el agua sólida?
- 758 Alumno: Si agua sólida si porque están todas congeladas.
- 759 Entrevistador: ¿Ahí si hay fuerzas entre las moléculas?
- 760 Alumno: No, no hay fuerzas, están todas juntas por el punto de congelación.
- 761 Entrevistador: ¿Pero no hay fuerzas entre las moléculas? Fuerzas de atracción como había entre los átomos de hidrógeno y oxígeno dentro de la molécula de agua
- 762 Alumno: No, no.
- 763 Entrevistador: ¿Y en el agua gaseosa?
- 764 Alumno: no, ahí están dispersas.
- 765 Entrevistador: ¿Pero no habría fuerzas, ni de atracción ni de repulsión?
- 766 Alumno: No.
- 767 Entrevistador: ¿Pero entre los átomos en las moléculas de agua sí?
- 768 Alumno: Si, si hay fuerzas.
- 769 Entrevistador: ¿Si tengo átomos de sodio y átomos de cloro, qué pasó para que se formase cloruro de sodio?
- 770 Alumno: ¿Qué pasó? Hubo una unión.
- 771 Entrevistador: ¿Y cómo fue esa unión?
- 772 Alumno: Se mezclaría ácido clorhídrico con hidróxido de sodio para formar cloruro de sodio más agua.
- 773 Entrevistador: ¿Y por qué se unieron? ¿Hacen lo mismo que aquí en el agua? ¿Comparten electrones?
- 774 Alumno: Sí, sí. Porque el cloro tiene siete y uno más del sodio son ocho. Eso se puede escribir como una reacción química. Se lo escribo.
- 775 Entrevistador: Bien terminamos, muchas gracias por tu tiempo.

Alumno: Luciano Scalzo

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

- 776 Entrevistador: En el siguiente esquema X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 777 Alumno: Y, cada uno se juntó, o sea, se juntaron de a pares los dos.
- 778 Entrevistador: ¿Y cómo se habrían juntado?
- 779 Alumno: A través de una reacción, pasó algo que se juntaron y de acá pasó acá (el alumno se refiere a que de la representación a la izquierda de la lámina se llegó a la representación a la derecha de la misma).
- 780 Entrevistador: ¿Y algo como qué tendría que haber pasado?
- 781 Alumno: Y juntarse con otra molécula o con otro átomo para que se juntaran. Capaz que estas dos X son átomos distintos.
- 782 Entrevistador: No, son todos átomos iguales.
¿Se acercaron nomás unos a otros o hay alguna otra cosa entre estos átomos? ¿Es como si se hubiera acercado esto a esto (se le muestran dos lapiceras y se las acerca), o habría otra cosa?
- 783 Alumno: Tendrían alguna afinidad entre los dos, esos átomos para que se acercaran, nada más.
- 784 Entrevistador: ¿Qué sería una afinidad por ejemplo?
- 785 Alumno: Y supuestamente uno tiene atracción por el otro átomo. Están separados y depende de la afinidad como para formar un óxido que tienen los... en la tabla periódica están divididos y tengo elementos que se pueden combinar con esto se pueden formar, se pueden unir.
- 786 Entrevistador: ¿Y por qué los átomos tienen afinidad unos con otros? ¿Hay alguna explicación para la existencia de esas afinidades?
- 787 Alumno: No sé.
- 788 Entrevistador: Bien, ¿vos crees que hay alguna causa?
- 789 Alumno: Sí.
- 790 Entrevistador: ¿Qué causa crees vos que es la que provoca esa afinidad?
Es lo que vos creas, a mi no me interesa lo que dan ellos (por los profesores) sino consultaría un libro de química.
- 791 Alumno: No, par mí eso tiene que haber algo como una atracción para que se junten de esa forma.
- 792 Entrevistador: ¿Por qué se mantendrían de esta forma (unidos)?
- 793 Alumno: Y no sé, si fuera como un imán cada átomo si tiene un polo positivo y negativo.
- 794 Entrevistador: ¿Tendría que ser una cosa de ese estilo pero no estás muy seguro de cuál es?
- 795 Alumno: No, posibilidades, te digo posibilidades, o sea, te digo posibilidades que pueden llegar a ser.

- 796 Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema?
- 797 Alumno: Esto es más o menos parecido a lo del imán. La B tendría que ser positiva y la A negativa y formar esto (por AB).
- 798 Entrevistador: ¿Eso sería una atracción electrostática?
- 799 Alumno: Sí.
- 800 Entrevistador: ¿Cómo se llegaría a que B sea positivo? Porque yo sé que los átomos son neutros. Bah, que tienen la misma cantidad de protones que de electrones ¿Por qué podría B ser positivo y A negativo?
- 801 Alumno: ¿Dice por qué no puede ser que éste tenga un signo y este tenga otro o al revés?
- 802 Entrevistador: Claro, ¿cómo llega a tener uno signo positivo y otro signo negativo si los átomos se supone son neutros?
- 803 Alumno: silencio prolongado
- 804 Entrevistador: Pero algo así debería pasar para que ocurra esto.
- 805 Alumno: Y, sí.
- 806 Entrevistador: ¿Y habría fuerzas de atracción entre estos átomos?
- 807 Alumno: No sé si positivas o negativas, pero sí.
- 808 Entrevistador: Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos?
Se le enseña el dibujo 3-1
- 809 Alumno: No sé, podrían formar una molécula.
- 810 Entrevistador: Dibujo 3-2.
- 811 Alumno: Nada.
- 812 Entrevistador: Dibujo 3-3.
- 813 Alumno: Tampoco.
- 814 Entrevistador: El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica (formada por dos átomos). ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 815 Alumno: Tiene que haber otro oxígeno (se refiere al esquema donde se le indicaba un átomo y la molécula).
- 816 Entrevistador: Supongamos que estuviese aquí dibujado.
- 817 Alumno: Ocurrió alguna reacción.
- 818 Entrevistador: ¿Química?
- 819 Alumno: No sé.
- 820 Entrevistador: ¿No estás seguro de si es una reacción química? ¿Y entre estos dos átomos, en la molécula, hay fuerzas?
- 821 Alumno: ¿Los dos juntos? ¿Ya estando los dos juntos?
- 822 Entrevistador: Sí.
- 823 Alumno: (tras largo silencio) Puede que sí, o puede que no, no sé.
Capaz que juntando los dos yo haga uno solo y se haga una sola cosa, una cosa uniforme y nada más. ¿Quieres un ejemplo?
- 824 Entrevistador: Sí,
- 825 Alumno: Si tengo dos lapiceras así como los dos átomos de oxígeno. Si las junto a las dos y tuviera un fibrón, una cosa más grande.
- 826 Entrevistador: Ya no serían dos átomos unidos sino sería como una sola cosa. Esta molécula sería como una sola cosa. ¿Y los núcleos de los átomos se habrían unido también?

- 827 Alumno: (Silencio) No... No sé si tendría un solo núcleo pero sería una sola cosa con dos núcleos.
- 828 Entrevistador: Y lo que cambiaría la distribución entonces qué sería, ¿los electrones?
- 829 Alumno: (no responde)
- 830 Entrevistador: ¿Serían distintos los electrones en la molécula que en los átomos separados?
- 831 Alumno: Sí.
- 832 Entrevistador: ¿Habría como una distribución distinta? ¿Se distribuyen los electrones?
- 833 Alumno: No sé si se distribuyen pero se mezclarían en algo como...
- 834 Entrevistador: ¿En algo que fuera una sola cosa?
- 835 Alumno: (no responde)
- 836 Entrevistador: Si tengo dos moléculas de oxígeno, entre las mismas, ¿hay fuerzas, hay alguna interacción?
- 837 Alumno: ¿Para atraerse?
- 838 Entrevistador: O para repelerse.
- 839 Alumno: Puede ser, fuerzas de atracción o para que se repelen puede ser de las dos, puede tener.
- 840 Entrevistador: ¿Pueden haber fuerzas tanto de atracción como de repulsión?
- 841 Alumno: Sí.
- 842 Entrevistador: ¿Y cómo se podría saber si hay de unas o de otras? ¿Habría algún indicador?
- 843 Alumno: No sé.
- 844 Entrevistador: Representa una molécula de agua.
- 845 Alumno: Dibuja
- 846 Entrevistador: Y el oxígeno y los dos hidrógenos ¿estarán unidos?
- 847 Alumno: Si, para formar una sola cosa.
- 848 Entrevistador: ¿Hay fuerzas entre esos átomos que están unidos?
- 849 Alumno: Sí.
- 850 Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 851 Alumno: De atracción.
- 852 Entrevistador: ¿Y entre varias moléculas de agua líquida habría fuerzas o serían totalmente independientes?
- 853 Alumno: No, hay fuerzas, se atraen.
- 854 Entrevistador: ¿Hay fuerzas de atracción entre las distintas moléculas de agua líquida?
- 855 Alumno: Si.
- 856 Entrevistador: ¿Y en el hielo, el agua en estado sólido?
- 857 Alumno: También.
- 858 Entrevistador: ¿Y en el agua gaseosa, en el vapor de agua?
- 859 Alumno: Si.
- 860 Entrevistador: ¿De atracción?
- 861 Alumno: Si.
- 862 Entrevistador: ¿O sea, que no pasa lo mismo en el oxígeno gaseoso que en el agua gaseosa?
- 863 Alumno: (el alumno habla que los gases están todos dispersos pero en realidad forman una sola cosa, muy confuso)

- 864 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasa para que el cloro y el sodio formen ese compuesto?
- 865 Alumno: El átomo de cloro se unió con el átomo de sodio para formar esta sal.
- 866 Entrevistador: ¿Y cómo se unió?
- 867 Alumno: A través de esos átomos. Era lo que estaba acá de esto que si yo tenía un elemento de este lado de la tabla y uno de este se podían unir y formar una sal.
- 868 Entrevistador: ¿Y cómo se hace esa unión?
- 869 Alumno: ¿A través de qué?
- 870 Entrevistador: Sí.
- 871 Alumno: Y a través de la afinidad que tenía este átomo. Este tiene más capacidad de atraer elementos hacia él para que se unan y formar la sal.
- 872 Entrevistador: ¿Tiene algo que ver la estructura interna de los átomos en estas uniones o no?
- 873 Alumno: No sé. Sé que es una propiedad de esto que tiene más afinidad de atraer los elementos de este lado de la tabla (indica la izquierda de una tabla periódica)
- 874 Entrevistador: ¿O sea, que este tenga afinidad por este tiene algo que ver con la estructura del átomo o es una propiedad del átomo que no tiene que ver con su estructura interna?
- 875 Alumno: (No responde)
- 876 Entrevistador: Bien, con esto terminamos. Muchas gracias por tu tiempo.

Alumno: Flavio Olmedo

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

- 877 Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 878 Alumno: De un átomo pasaría a dos átomos. Los agrupo en tres pares.
- 879 Entrevistador: ¿Y en la formación de estos pares qué habría pasado?
- 880 Alumno: Y se habría formado una determinada unión.
- 881 Entrevistador: ¿Y cómo sería esa unión?
- 882 Alumno: Covalente, porque por ejemplo podría ser el oxígeno; que como tiene seis podría dar o compartir.
- 883 Entrevistador: Explícame un poco que es una unión covalente.
- 884 Alumno: Una unión covalente se puede dar entre dos no metales que tienen igual número de electrones; necesitan compartir electrones. A ambos le faltan dos.
- 885 Entrevistador: ¿Para qué le faltan dos?
- 886 Alumno: Para completar su octeto; porque tienen seis, completan con dos. Pueden compartir dos o los pueden dar y en ese caso sería una unión iónica.
- 887 Entrevistador: ¿Y de qué le sirve completar el octeto?
- 888 Alumno: Para asemejarse al gas noble, que el gas noble está completo.
- 889 Entrevistador: ¿Y eso le trae algún beneficio al átomo, a la sustancia, a la molécula?
- 890 Alumno: Digamos que es para reforzar el núcleo, para hacerlo más consistente. Para asimilarse al gas noble más cercano. Digamos que ese es el objetivo.
- 891 Entrevistador: ¿El objetivo es ese?
- 892 Alumno: Claro.
- 893 Entrevistador: ¿Y entre esos átomos existen fuerzas?
- 894 Alumno: Sí.
- 895 Entrevistador: ¿De qué tipo son esas fuerzas? ¿Magnéticas?
- 896 Alumno: Fuerzas de atracción o de repulsión.
- 897 Entrevistador: ¿Son de atracción, de repulsión, o puede haber una u otra según como sea la cosa?
- 898 Alumno: Según como sea...
- 899 Entrevistador: ¿En qué caso serían de atracción? Si me dieras algún ejemplo.
- 900 Alumno: De repulsión sería en la unión iónica entre un metal y un no metal. El no metal tiende a captar para completar, por lo que los capta y el metal los da por la fuerza de repulsión metal metal.
- 901 Entrevistador: ¿Cuándo hablas de los captan, estás hablando de los electrones y vos dirías como que el metal expulsa a los electrones que tiene?
- 902 Alumno: Claro.
- 903 Entrevistador: Cómo que los rechaza
- 904 Alumno: Exacto.

- 905 Entrevistador: ¿Y ese rechazo también sería para completar el octeto? Al del metal, me refiero.
¿Cuál sería la causa del rechazo?
- 906 Alumno: O sea, los rechaza porque no tienen ninguna posibilidad de completarlo. La mayor posibilidad que tienen es al que se los da, que es el que está más cerca de completar el octeto, que es el caso del hidrógeno. Bueno ese no porque completa con dos, pero es el del calcio, y entre el flúor.
- 907 Entrevistador: ¿O sea, el átomo que tiene menos electrones es el que les da los electrones al otro para que complete el octeto, y el átomo...
- 908 Alumno: Claro.
- 909 Entrevistador: ¿Y el átomo que cede no completa, no importa?
- 910 Alumno: No porque cumple dándoselos al no metal.
- 911 Entrevistador: Ya entendí.
En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes.
¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema?
- 912 Alumno: Ah, una formación de una molécula. Se forman... tres moléculas iguales.
- 913 Entrevistador: ¿Y cómo se habrían formado?
- 914 Alumno: Se comparten electrones y... por no sé que unión será pero se forma una molécula.
- 915 Entrevistador: ¿Hay fuerzas involucradas entre estos dos átomos?
- 916 Alumno: Sí, de acuerdo a la unión que sea son fuerzas de atracción o repulsión.
- 917 Entrevistador: ¿Hay energía involucrada?
- 918 Alumno: Sí, sí.
- 919 Entrevistador: ¿Y dónde está esa energía?
- 920 Alumno: Y, la energía para formar la molécula.
- 921 Entrevistador: ¿O sea, que yo habría tenido que aportar energía para formar esto?
- 922 Alumno: Sí.
- 923 Entrevistador: ¿Y la energía de AB? ¿Sólo B tendría energía?
- 924 Alumno: No.
- 925 Entrevistador: ¿Y A?
- 926 Alumno: No, podría ser una energía de reposo, vendría a ser una energía cinética, potencial, o sea, que está quieta. Energía, ¿cómo es que se llama cuando está quieta, que es que no está en movimiento sino en estado de reposo?
- 927 Entrevistador: Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos?
El entrevistador enseña el dibujo 3-1
- 928 Alumno: Un átomo simple, tiene mayor el núcleo el átomo.
- 929 Entrevistador: No me refería precisamente al tamaño pero se podría tomar como una conclusión.
- 930 Alumno: Puedo tomarlo a éste átomo como el de hidrógeno que necesita dos para completar su octeto.
- 931 Entrevistador: ¿Qué serían estos símbolos (**•**) dos electrones?
- 932 Alumno: Claro. El hidrógeno tiene uno, necesita otro, este pertenece a este. No, no es tampoco. No la verdad que no.
- 933 Entrevistador: Enseña el dibujo 3-2.
- 934 Alumno: No, no puede ser estado gaseoso.
- 935 Entrevistador: ¿Estos átomos serían todos átomos de gases?

- 936 Alumno: Porque están separados. Los átomos en estado gaseoso no permanecen juntos sino que están separados, aislados.
- 937 Entrevistador: ¿Hay alguna fuerza involucrada entre estos átomos?
- 938 Alumno: Fuerzas de repulsión.
- 939 Entrevistador: ¿Eso es normal entre los átomos de los gases? ¿Qué haya fuerzas de repulsión?
- 940 Alumno: Sí, es una propiedad.
- 941 Entrevistador: Enseña el dibujo 3-3.
- 942 Alumno: Estado sólido.
- 943 Entrevistador: ¿Por qué?
- 944 Alumno: Y porque, digamos, creo una de las propiedades de las fuerzas de cohesión que permanecen al juntarse compactadas, digamos juntos.
- 945 Entrevistador: Enseñando la figura 3-4.
- 946 Alumno: Y... podría ser el resultado de una unión.
- 947 Entrevistador: ¿Y por qué se habría producido?
- 948 Alumno: Y, porque este habría tomado electrones a este átomo. Este quedó con cargas que no le pertenecen, para completar tendría que ser un no metal.
- 949 Entrevistador: ¿Para completar el octeto?
- 950 Alumno: Claro. Y este es un metal que dio una carga, dos cargas.
- 951 Entrevistador: Enseña la figura 3-5.
- 952 Alumno: ¿Son diferentes los átomos?
- 953 Entrevistador: Sí, hay tres átomos.
- 954 Alumno: Y, habría que ver, porque podría ser una sal, un ácido.
- 955 Entrevistador: ¿Estarían unidos estos átomos?
- 956 Alumno: Sí.
- 957 Entrevistador: ¿Cómo se habría realizado esa unión, cómo se habrían unido?
- 958 Alumno: ¿La unión? Habría que ver qué átomos son, la unión sería...
- 959 Entrevistador: (viendo que el alumno no prosigue)
El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica (formada por dos átomos).
¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 960 Alumno: Había una unión.
- 961 Entrevistador: ¿Qué pasó para que se unan?
- 962 Alumno: Una unión covalente. O sea, se da entre dos no metales. Tienen la misma cantidad de electrones, necesitan dos para completar su octeto
- 963 Entrevistador: ¿En la unión covalente se comparten electrones?
- 964 Alumno: Claro. Sí, sí.
- 965 Entrevistador: ¿Y por qué por ejemplo estos dos comparten los electrones y en el caso de la primer pregunta me decías que le había dado electrones? ¿Qué es lo que determina que en un caso comparta y en el otro le haya dado electrones?
- 966 Alumno: Porque de acuerdo al tipo de covalencia que únicamente es entre dos no metales como en este caso. Y el que estaba ahí (se refiere al esquema de la pregunta 1) era iónica, uno es electropositivo y el otro electronegativo.
- 967 Entrevistador: ¿Y qué es lo que hace que un átomo de electrones o los reciba? ¿Qué es lo que determina que un átomo sea dador de electrones y el otro receptor de electrones?
- 968 Alumno: Ah, de acuerdo a su electronegatividad. Al radio atómico, que si es menor es más electronegativo y si es mayor es más electropositivo.

- 969 Entrevistador: Si tenés un recipiente lleno de oxígeno gaseoso, ¿Hay interacción entre las distintas moléculas?
- 970 Alumno: Sí.
- 971 Entrevistador: ¿Hay fuerzas entre las moléculas?
- 972 Alumno: Repulsión porque esas moléculas son de un gas y la propiedad es de repulsión.
- 973 Entrevistador: En la unión entre átomos de oxígeno para formar la molécula, ¿hay fuerzas involucradas en esa unión covalente?
- 974 Alumno: Sí.
- 975 Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 976 Alumno: De repulsión.
- 977 Entrevistador: ¿De repulsión entre los dos átomos?
- 978 Alumno: Sí, sí.
- 979 Entrevistador: ¿Y por qué si se repelen se unen?
- 980 Alumno: Y, no claro, en esta unión oxígeno-oxígeno la fuerza es de atracción. Pero la propiedad que tiene esta molécula con otra molécula es de repulsión.
- 981 Entrevistador: ¿Y hay energía involucrada en la unión esa, entre dos átomos de oxígeno?
- 982 Alumno: Sí, sí. La energía en una unión siempre está involucrada.
- 983 Entrevistador: ¿Y los átomos cuando están solos y todavía no formaron una molécula también tienen energía?
- 984 Alumno: Sí, yo creo que sí.
- 985 Entrevistador: ¿Y la energía entre estos átomos sueltos es más grande que la de esta molécula o más chica? ¿O eso no tiene nada que ver?
- 986 Alumno: Es mayor la energía en la molécula que en los átomos sueltos.
No, no, no. Creo que la energía de cada uno es mayor que la energía cuando se juntó.
- 987 Entrevistador: ¿Y tiene algo que ver eso con que se combinen o no tiene nada que ver? Eso simplemente resulta así.
- 988 Alumno: No, tiene algo que ver. Hay una pérdida de energía.
- 989 Entrevistador: ¿Y crees que eso beneficia en algo?
- 990 Alumno: ¿Beneficia en qué sentido?
- 991 Entrevistador: Vos me dijiste que los átomos se unen cuando formaban ese octeto y eso marcaba como el rumbo de la reacción.
- 992 Alumno: Sí. Porque de ser electronegativo pasaría a ser totalmente neutro. De tener mucha energía al captar electrones pasan a ser totalmente neutros.
- 993 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el de sodio formen ese compuesto?
- 994 Alumno: El cloro, o sea, el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio, una reacción.
- 995 Entrevistador: ¿Y aquí para que estos átomos se unan qué habría pasado? ¿Comparten electrones entre los dos?
- 996 Alumno: Sí, el sodio tiene dos, creo, y el cloro tiene siete. Se la escribo...
- 997 Entrevistador: Sí, escribila.
- 998 Alumno: (esquematiza en la hoja y explica) Este tiene uno, este tiene los dos, entonces esto es neutro. La formación de la sal siempre tiene que ser neutra, la misma cantidad de electrones acá que acá. Y entonces esto sería así. Como son dos cloros es una unión iónica. Esa es la unión.

- 999 Entrevistador: ¿Y hay fuerzas involucradas en esa unión?
- 1000 Alumno: Sí.
- 1001 Entrevistador: ¿De qué tipo son?
- 1002 Alumno: Podrían ser fuerzas de atracción. Son electronegativos, necesitan captar electrones y los toman unos a otros; como que necesita una cierta fuerza para captar electrones el cloro
Habría fuerzas de atracción entre los electrones.
- 1003 Entrevistador: Podrías representar una molécula de agua líquida?
- 1004 Alumno: El hidrógeno por propiedad necesita completar su capa con dos electrones, entonces toma uno este hidrógeno y toma otro este, y con el oxígeno con ocho, entonces son seis y uno de cada hidrógeno.
- 1005 Entrevistador: ¿Comparten los electrones? ¿Los núcleos, digamos, también se unen, se juntan también?
- 1006 Alumno: Sí, los núcleos protones y electrones.
- 1007 Entrevistador: ¿Los núcleos también están unidos?
- 1008 Alumno: Sí. Es una unión covalente simple.
- 1009 Entrevistador: ¿Hay fuerzas?
- 1010 Alumno: De repulsión no serían tanto y de atracción tampoco. Estaría en un estado intermedio. La propiedad de los líquidos creo que era que... no hay fuerzas de repulsión pero las fuerzas de cohesión, no era que se juntaban pero que no se separaban.
- 1011 Entrevistador: ¿Y si yo te hablara de moléculas de agua como en el hielo, entre esas moléculas hay fuerzas?
- 1012 Alumno: No.
- 1013 Entrevistador: ¿Y la representación de una molécula de agua en el hielo sería la misma que la del agua líquida?
- 1014 Alumno: Sería la misma.
- 1015 Entrevistador: ¿Y en el agua en estado gaseoso, la representación de una molécula sería la misma también?
- 1016 Alumno: ...Y... sí.
- 1017 Entrevistador: ¿Entre esas moléculas de agua habría fuerzas?
- 1018 Alumno: De repulsión.
- 1019 Entrevistador: Igual que en los otros gases.
- 1020 Alumno: Sí.
- 1021 Entrevistador: Bien, con esto terminamos. Muchísimas gracias por haberme dedicado tu tiempo.

Entrevista N° 12

Alumno: Carlos Furios

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

- 1022Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 1023Alumno: Que se unieron, vendría a ser, podría ser debido a varios factores. Algunos con cargas positivas. Aniones, cationes con carga positiva. Y bueno se unieron para formar un compuesto.
- 1024Entrevistador: ¿Entre estos dos átomos aquí hay una unión que aquí no había?
- 1025Alumno:...Sí.
- 1026Entrevistador: ¿Y cómo sería esa unión? ¿Qué más me podrías explicar de la unión entre esos átomos?
- 1027Alumno: Eh... las propiedades de cada uno. Diferentes propiedades que tengan. No sé, tipo, electronegatividad, afinidad electrónica.
- 1028Entrevistador: ¿Y la unión se daría precisamente por esa diferencia de propiedades?
- 1029Alumno: (no responde)
- 1030Entrevistador: ¿Por qué crees vos que se unieron?
- 1031Alumno: Y puede haber ocurrido algo en el proceso, acá. Por ejemplo los podrían haber disuelto y haber tenido... me refiero a haber tenido en diferentes tubos distintos compuestos y mezclarlos y al mezclarlos pasa esto.
- 1032Entrevistador: Si, pero acá todos los átomos son iguales.
- 1033Alumno: (no responde)
- 1034Entrevistador: ¿Pero definitivamente estarían unidos esos átomos?
- 1035Alumno: Sí, pero de alguna forma que acá no estaban.
- 1036Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 1037Alumno: Al mezclarlos se unirían para formar algún compuesto o molécula.
- 1038Entrevistador: ¿Y cómo se unirían?
- 1039Alumno: Podría ser uno con cargas positivas y otro con cargas negativas.
- 1040Entrevistador: ¿Sería una atracción electrostática entre los dos?
- 1041Alumno: Sí, es muy posible.
- 1042Entrevistador: ¿Y podría haber otra cosa que hiciera que se unieran aparte de tener cargas de distinto signo y que dos cargas de distinto signo se atraigan?
- 1043Alumno: (no responde)
- 1044Entrevistador: Si **O** y **•** átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos? Se le enseña el dibujo 3-1.
- 1045Alumno: ¿En forma de gráfica o qué pensaría?
- 1046Entrevistador: Lo que vos pensás
- 1047Alumno: Yo pensaría que este es un átomo el cuál tendría mayor electronegatividad y atraería a los otros átomos que están alrededor.
- 1048Entrevistador: Ajá, ¿los átomos más electronegativos atraen a los otros?

- 1049Alumno: Sí.
- 1050Entrevistador: Ah... ¿Y estos también tienen electronegatividad, los chiquitos? (el investigador hace referencia a los átomos representados por ●)
- 1051Alumno: Sí, pero es menor.
- 1052Entrevistador: Bueno. Enseña la figura 3-2.
- 1053Alumno: Que tengan cargas distintas entre ellos y estos dos tienen la misma carga y se repelen entre sí.
- 1054Entrevistador: ¿Los tres tienen la misma carga y se repelen entre sí?
- 1055Alumno: Sí.
- 1056Entrevistador: Está bien, es una explicación.
Enseña el dibujo 3-3.
- 1057Alumno: No, no.
- 1058Entrevistador: Enseña el dibujo 3-4.
- 1059Alumno: ...No.
- 1060Entrevistador: Enseña el dibujo 3-5.
- 1061Alumno: No.
- 1062Entrevistador: El oxígeno es una molécula biatómica (formada por dos átomos).
¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 1063Alumno: Es que... no existe como...
¿Qué es lo que pasaba para que dos átomos de oxígeno se unan y formen la molécula de oxígeno?
- 1064Entrevistador: Sí.
- 1065Alumno: No, no sé.
- 1066Entrevistador: ¿Si tuviera dos moléculas de oxígeno, entre esas dos moléculas hay fuerzas?
- 1067Alumno: ¿En qué estado estarían?
- 1068Entrevistador: Y, gaseoso.
- 1069Alumno: Y sí, pasaría, interactúan entre sí.
- 1070Entrevistador: ¿Y qué tipo de interacción tienen? ¿Se atraen, se repelen?
- 1071Alumno: Nada más que si son moléculas gaseosas se dispersan de distinta forma, vendría ser. Se dispersan en todo el lugar donde estén. Chocarían entre ellas.
- 1072Entrevistador: ¿Hay fuerzas entre esas moléculas?
- 1073Alumno: No, no sé qué decirte.
- 1074Entrevistador: Representa por favor una molécula de agua líquida.
- 1075Alumno: Y se unirían las distintas moléculas por puentes de hidrógeno.
- 1076Entrevistador: Ah, en este caso si hay fuerzas entre las moléculas.
- 1077Alumno: Sí.
- 1078Entrevistador: ¿Con otras moléculas de agua?
- 1079Alumno: Sí.
- 1080Entrevistador: ¿Y acá cómo se unirían el hidrógeno con el oxígeno? ¿Cómo pasa eso?
- 1081Alumno: Por la diferencia de electronegatividad. Puede ser afinidad electrónica. Por los tipos de enlace porque estos son no metales, vendría a ser covalente. Y, no sé, después explicarte estructura de Lewis.
- 1082Entrevistador: Explícame un poco más lo de los tipos de enlace.
- 1083Alumno: Claro, porque los covalentes son entre dos no metales, y el oxígeno y el hidrógeno son dos no metales. Son en estado gaseoso.

- 1084Entrevistador: ¿Y cómo se hace esa unión entre dos no metales?
- 1085Alumno: Uno cede electrones, vendría a ser el hidrógeno al oxígeno para que llegue al octeto.
- 1086Entrevistador: Aja, le cede electrones al oxígeno para que llegue al octeto. ¿Y eso qué es?
- 1087Alumno: Llegar a ocho electrones en la última capa.
- 1088Entrevistador: ¿Y por qué tiene que llegar a ocho electrones en la última capa? ¿Le da algún beneficio eso al átomo?
- 1089Alumno: Sí, para... puede ser para que sea más estable.
- 1090Entrevistador: ¿Y los núcleos de esos átomos también están unidos? ¿Intervienen en esa unión? ¿Intervienen en esa unión? ¿Los núcleos intervienen en algo en esa unión o los únicos que cuentan son los electrones y los núcleos sería lo mismo que estén o que no?
- 1091Alumno: Y no, porque si no están no existiría...
- 1092Entrevistador: ¿El átomo?
- 1093Alumno: Claro.
- 1094Entrevistador: ¿Pero intervienen en la unión o no?
- 1095Alumno: ...¿Vos decís el núcleo de este átomo con el de este otro átomo? No.
- 1096Entrevistador: No. ¿Para nada?
- 1097Alumno: No.
- 1098Entrevistador: Recién me hablaste de la unión covalente. ¿Hay algún otro tipo de unión?
- 1099Alumno: Sí, la iónica.
- 1100Entrevistador: ¿Y cómo ocurre? ¿Pasa lo mismo que en este caso que uno le da electrones al otro?
- 1101Alumno: Sí, en forma muy similar.
- 1102Entrevistador: ¿Y cuál es la diferencia?
- 1103Alumno: ¿Y que uno es entre dos no metales y la otra entre un metal y un no metal?
- 1104Entrevistador: Ah, la única diferencia entre una iónica y una covalente es el tipo de átomos que intervienen. A unos les llaman metales y otros no metales.
- 1105Alumno: Sí.
- 1106Entrevistador: Lo que pasa realmente ahí con los electrones es lo mismo.
- 1107Alumno: Sí, lo que pasa es, la diferencia, es que es la diferencia porque por ejemplo en los no metales tienen baja electronegatividad. Al actuar tenemos los gases nobles que tienen más electronegatividad. Y los no metales se caracterizan por su baja electronegatividad.
- 1108Entrevistador: ¿Qué, es una propiedad de los átomos la electronegatividad?
- 1109Alumno: Sí.
- 1110Entrevistador: ¿Qué mide eso?
- 1111Alumno: Es la capacidad de atraer los electrones.
- 1112Entrevistador: En los metales, ¿cómo es la electronegatividad?
- 1113Alumno: Es baja respecto de los no metales. Y también tiene que ver si la molécula es polar o no polar (el alumno explica algo de polaridad que no se entiende bien por lo que no se transcribe).
- 1114Entrevistador: ¿La representación del agua líquida es igual o distinta de la del agua en estado gaseoso?

- 1115Alumno: (dibuja) Estarían un poco más separadas. Estarían unidas del mismo modo.
- 1116Entrevistador: ¿Y cómo sería la representación del agua sólida?
- 1117Alumno: De la misma forma. Pero en vez de estar moviéndose estaría quieta.
- 1118Entrevistador: ¿La relación entre los átomos habría cambiado o sería exactamente lo mismo?
- 1119Alumno: ...No, no, sería lo mismo.
- 1120Entrevistador: Vos me dijiste que entre las moléculas de agua habría interacciones. En el vapor de agua sería lo mismo. ¿Hay fuerzas entre las moléculas?
- 1121Alumno: Sí.
- 1122Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 1123Alumno: Repulsión.
- 1124Entrevistador: ¿En el agua líquida hay fuerzas?
- 1125Alumno: Sí, de atracción.
- 1126Entrevistador: ¿O sea, que cambiamos de fuerzas de repulsión, en el agua gaseosa, a fuerzas de atracción, en el agua líquida?
- 1127Alumno: Sí.
- 1128Entrevistador: ¿Y en el sólido hay fuerzas?
- 1129Alumno: Sí.
- 1130Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 1131Alumno: De atracción.
- 1132Entrevistador: ¿Hay algún cambio respecto al agua líquida?
- 1133Alumno: Del agua, de repulsión.
- 1134Entrevistador: ¿De repulsión en el hielo?
- 1135Alumno: Sí.
- 1136Entrevistador: ¿Tenés alguna idea de por qué son esos cambios? ¿Por qué crees que se producen esos cambios y en el agua líquida son fuerzas de atracción, en el vapor de repulsión y en el hielo también de repulsión?
- 1137Alumno: Debe ser por los diferentes estados, que pasa de un estado a otro.
- 1138Entrevistador: ¿O sea, que el cambio de estado determina esos cambios de fuerzas?
- 1139Alumno: Sí.
- 1140Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que el cloro y el sodio formen ese compuesto?
- 1141Alumno: Se unieron. Por que esto (se refiere al cloro) tiene carga negativa y el sodio tiene carga positiva... (silencio prolongado del alumno).
- 1142Entrevistador: ¿Hay como una atracción eléctrica?
- 1143Alumno: Uju.
- 1144Entrevistador: ¿Y esas cargas ya las tenían antes de unirse?
- 1145Alumno: Sí.
- 1146Entrevistador: ¿Y cómo las adquirieron?
- 1147Alumno: (silencio).
- 1148Entrevistador: Por qué yo sabía que los átomos eran neutros...
- 1149Alumno: Pasa que el cloro es biatómico, se encuentra biatómico en la naturaleza... (silencio prolongado). Nada, no sé.
- 1150Entrevistador: Bien, con esto terminamos. Discúlpame la pérdida de tiempo.

Alumno: Geraldina

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

- 1151Entrevistador: El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 1152Alumna: ¿De dos átomos de oxígeno para formar esta molécula biatómica?...Y se unen por un enlace, creería que el enlace covalente.
- 1153Entrevistador: ¿Por qué?
- 1154Alumna: El oxígeno está así en la naturaleza, se lo encuentra así en la naturaleza, yo pienso que ya existe así biatómico, no monoatómico.
- 1155Entrevistador: ¿Y cómo se forma el enlace covalente?
- 1156Alumna: Y... los átomos quedan... es como que... hay no sé... Por ejemplo los átomos se unen entonces queda el oxígeno formado por dos átomos. No sé, es una idea que se me da.
- 1157Entrevistador: ¿Hay interacción entre esos dos átomos?
- 1158Alumno: Sí.
- 1159Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 1160Alumno: No si se unen es de atracción.
- 1161Entrevistador: ¿Habría alguna interacción entre dos moléculas de oxígeno, alguna relación?
- 1162Alumna: Acá en este frasco el oxígeno es un gas, las moléculas van a estar dispersas, van a ir de un lado a otro por el mismo estado gaseoso, o sea, están libres, no hay una fuerza de atracción como con los sólidos.
- 1163Entrevistador: ¿Habría o no interacción?
- 1164Alumna: No.
- 1165Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el átomo de sodio formen ese compuesto?
- 1166Alumna: Ahí hay una reacción química. Bueno acá si es una sal, o acá faltan elementos (se refiere al esquema que se le muestra) porque el cloruro de sodio va a venir del hidróxido.
- 1167Entrevistador: No, no eso no es la reacción, es un esquema donde se muestran los átomos a partir de los cuales se formaría el cloruro de sodio.
- 1168Alumna: Hay una reacción química y por ejemplo acá el sodio va a pasar a formar parte de lo que... , bueno acá no está. El metal este (refiriéndose al sodio) va a reemplazar al hidrógeno que había en el ácido, o sea, tiene que tener la misma masa, va a variar el producto pero no va a variar la masa.
- 1169Entrevistador: ¿Qué habría pasado entre estos dos átomos para que se unan?
- 1170Alumna: Sí una atracción.
- 1171Entrevistador: ¿Por qué?
- 1172Alumna: Puede ser por el estado en que se encuentran. Por las distintas valencias.

- 1173Entrevistador: ¿Por qué por las distintas valencias? ¿Qué pasaría con las valencias, qué determinaría esta atracción?
- 1174Alumna: Porque uno puede tener valencia negativa y el otro positiva...
- 1175Entrevistador: ¿Las valencias serían como cargas eléctricas en ese caso?
- 1176Alumna: Claro, sí como cargas. Al tener diferentes cargas o cargas opuestas se van a atraer.
- 1177Entrevistador: ¿En el caso del oxígeno habría pasado lo mismo cuando se unen los dos átomos o algo parecido?
- 1178Alumna: Y no, el átomo de oxígeno va a tener siempre una carga y si tienen la misma carga se van a repeler. Se repelen.
- 1179Entrevistador: ¿O sea, que la explicación para el cloruro de sodio y para el oxígeno no sería la misma? ¿No funcionaría la misma explicación?
- 1180Alumno: No, no sé, yo no me imagino que el oxígeno se una, así está en estado libre. No, no creo que sea, se lo encontró así.
- 1181Entrevistador: O sea, que no tiene ningún sentido lo que yo te planteo que dos átomos de oxígeno se unan.
- 1182Alumna: Claro, para mí es absurdo.
- 1183Entrevistador: Y no habría necesidad de dar una explicación de por qué está así.
- 1184Alumna: Sí, pero yo no la sé.
- 1185Entrevistador: ¿Cómo representarías una molécula de agua?
- 1186Alumna: (dibuja en la hoja)
- 1187Entrevistador: ¿Entre los átomos de hidrógeno y el átomo de oxígeno hay alguna interacción?
- 1188Alumna: ¿Interacción?...atracción... y sí.
- 1189Entrevistador: ¿Cómo se unieron?
- 1190Alumna: Y ahí por ejemplo el hidrógeno se lo encuentra en la naturaleza... Yo pienso, creería que no es un enlace común. Tendrían que pasar otras cosas... como ser... se crean como puentes entre el hidrógeno y el oxígeno. No es un enlace como una covalencia dativa. No es un enlace común.
- 1191Entrevistador: ¿Habría alguna diferencia entre los enlaces de la representación Número 1 que hiciste del agua y la representación Número 2? ¿Cuál sería esa diferencia?
- 1192Alumna: En la representación N° 1 el que lo vea lo puede interpretar, parece un enlace covalente. Acá, en la representación N° 2, podría ser un puente de hidrógeno entre los hidrógenos y que están relacionados con el oxígeno. La representación N° 2 parece un enlace covalente común.
- 1193Entrevistador: ¿Qué entiendes por un enlace covalente común?
- 1194Alumna: En un enlace covalente común se unen los átomos, en cambio en la otra el elemento que le sobran electrones le da al otro para así poder unirse y compensar.
- 1195Entrevistador: ¿Y cómo sería en un enlace covalente común la unión de esos átomos? Yo tengo la idea que en un átomo hay núcleo y electrones. ¿La unión entre quién sería?
- 1196Alumna: La unión entre los electrones.
- 1197Entrevistador: ¿O sea, que los núcleos no estarían unidos en el enlace covalente común?
- 1198Alumna: Sí.
- 1199Entrevistador: ¿Alguna idea de por qué se unirían, de por qué ocurre eso?

- 1200Alumna: Y, por... para formar un producto. Por ejemplo el carbono cuando se une con cuatro átomos de hidrógeno y forma el metano, ahí están reaccionando para formar un producto.
- 1201Entrevistador: ¿O sea, que la formación del producto sería como el motor de esa unión?
- 1202Alumna: Claro, o sea, el objetivo de que se unan para formar ese producto.
- 1203Entrevistador: ¿Hay alguna diferencia entre una molécula de agua líquida y una en un trozo de hielo?
- 1204Alumna: La composición no cambió lo que cambia son las moléculas. En el hielo están completamente juntas porque van a tener una fuerza de atracción fuerte. En el líquido van a estar un poco más sueltas, esa fuerza de atracción ya no va a ser tan fuerte.
- 1205Entrevistador: ¿Y en el agua en estado gaseoso?
- 1206Alumna: Van a estar totalmente libres.
- 1207Entrevistador: ¿O sea, que en el agua líquida y en el agua sólida hay interacción entre esas moléculas, entendido esto como fuerzas entre ellas?
- 1208Alumna: Que ahí está, me parece, los puentes de hidrógeno entre molécula y molécula. No sé, yo lo leí en algún lado.
- 1209Entrevistador: Esas interacciones serían a través de esos puentes.
- 1210Alumna: Sí.
- 1211Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 1212Alumna: X es un átomo... ¿átomos, no son elementos?
- 1213Entrevistador: Sí pueden ser.
- 1214Alumna: ¿Y moléculas tampoco?
- 1215Entrevistador: No, son átomos.
- 1216Alumna: Y, puede ser que se haya unido a otro semejante a él.
- 1217Entrevistador: ¿Y cómo se habría unido a ese átomo?
- 1218Alumna: Por una atracción, bueno me imagino yo que hay cargas positivas y negativas y por eso se unieron. Puede ser por eso.
- 1219Entrevistador: ¿Y si no hubiera cargas positivas y negativas no se podrían haber unido?
- 1220Alumna: No.
- 1221Entrevistador: ¿Las cargas de este serían distintas que las de este (se le muestra a la alumna la lámina y se le señala una letra X y otra que está al lado de la primera)?
- 1222Alumna: Sí. Pero en este caso al ser todas X tendrían que ser todos iguales.
- 1223Entrevistador: ¿Y pueden ser todos iguales y a su vez tener distintas cargas?
- 1224Alumna: No.
- 1225Entrevistador: ¿Cómo se explicaría la unión?
- 1226Alumna: No, no sé cómo se van a unir porque se podría aplicar una cierta energía pero al aplicarse a uno se le aplica a todo, además, dice que es espontáneo, o sea, que yo no hice nada.
O a lo mejor uno al mismo tiempo puede tener cargas positivas y negativas.
No, no sé, no se me ocurre.
- 1227Entrevistador: ¿Vos me dijiste que un mismo puede tener cargas positivas y negativas. ¿Te referís a que éste átomo tiene cargas positivas y negativas?
- 1228Alumna: Claro. Porque si es átomo sí, tiene los electrones y tiene los protones y los neutrones.

- 1229Entrevistador: O sea, que todos los átomos tienen cargas positivas y negativas.
- 1230Alumna: Sí todos tienen cargas positivas y negativas. Pero yo lo interpretaba como un elemento.
- 1231Entrevistador: ¿Qué diferencia habría entre un átomo y un elemento?
- 1232Alumna: Y que un elemento... según el elemento va a variar la composición del átomo. Cada elemento va a tener su propia estructura.
- 1233Entrevistador: Y los átomos no tienen eso.
- 1234Alumna: Sí los átomos tienen eso. Un átomo tiene una sola explicación. Pero al variar la cantidad de electrones de ese átomo a otro van a surgir los elementos.
- 1235Entrevistador: Es como si un átomo fuera una estructura, la misma para todos.
- 1236Alumna: Sí, a partir de esto se construye algo, por ejemplo si a esto le agregó...
- 1237Entrevistador: ¿Un átomo y un elemento no son la misma cosa? ¿No pueden ser la misma cosa?
- 1238Alumna: No.
- 1239Entrevistador: ¿Los átomos serían como una estructura que está antes de la formación de cualquier elemento?
- 1240Alumna: Sí. Porque según los electrones que tenga voy a saber de que estoy hablando.
- 1241Entrevistador: ¿Y un átomo cuántos electrones tendría? ¿O no tiene?
- 1242Alumna: Y por ejemplo los niveles de energía son infinitos, por consecuencia los orbitales son infinitos y los electrones infinitos y todo va a ser infinito. Nada más que tienen infinitos.
- 1243Entrevistador: Los átomos, ¿los elementos no?
- 1244Alumna: No, los elementos que están en la tabla periódica no, que son con los que trabajamos.
- 1245Entrevistador: En el siguiente diagrama A y B representan átomos de dos elementos diferentes ¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema?
- 1246Alumna: Acá si puede ser que tengan distintas cargas y se unieron. Por ejemplo esta (señala A) es positiva y esta (señala a B) negativa y se unieron.
- 1247Entrevistador: ¿Existen fuerzas entre estos átomos, de qué tipo?
- 1248Alumna: Fuerzas electromagnéticas.
- 1249Entrevistador: ¿Siempre que los átomos sean distintos la unión se va a dar por fuerzas electromagnéticas o no?
- 1250Alumna: Cuando las cargas sean distintas se me ocurre que sí, en cambio cuando son iguales tendría que actuar algo.
- 1251Entrevistador: ¿Podría ser que tuvieran cargas iguales o eso sería imposible?
- 1252Alumna: Para mí es imposible porque tiene que haber otra cosa, tiene... pero como es espontáneo yo no puedo decir que acá actúa energía o hacer ionizar esto y entonces formar aniones y cationes y se unen.
- 1253Entrevistador: O sea, que siempre deberían tener cargas distintas y ocurrir esto.
- 1254Alumna: Sí.
- 1255Entrevistador: ¿O sea, que estas uniones no ocurrirían si no hubiera distintas cargas y uno tuviera cargas positivas y otro cargas negativas?
- 1256Alumna: Sí.
- 1257Entrevistador: Yo te iré diciendo una palabra y vos me tenés que decir todas las que asocias a ella. Bien, empezamos: unión
- 1258Alumna: Sociedad, enlace, mezcla, formación, fuerza, colaboración, interacción, grupo.

1259Entrevistador: Interacción.

1260Alumna: Acción interna, fuerza interna, que ocurre dentro de algo.

1261Entrevistador: Enlace.

1262Alumna: Unión, juntar, asociar, agrupar.

1263Entrevistador: Bueno gracias, con esto terminamos. Disculpa el tiempo de clase que perdiste.

Alumno: Patricio Quarin

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

1264Entrevistador: El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica (formada por dos átomos). ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?

1265Alumno: Se unen por los electrones. Tienden a buscar que completen la última capa con ocho electrones.

1266Entrevistador: ¿Por qué es eso?

1267Alumno: Por la ley de los octetos.

1268Entrevistador: ¿Qué dice esa ley?

1269Alumno: Todos los átomos que en la última capa tienen menos de cuatro electrones tienden a perder, pero cuando tienen más de cuatro tienden a ganar electrones.

1270Entrevistador: ¿Con el oxígeno, hay alguna diferencia entre los electrones de la capa de uno de los átomos respecto de la del otro?

1271Alumno: Y no, porque aparte es un gas, y en estado de naturaleza no puede estar el átomo solo, necesita estar en dos.

1272Entrevistador: ¿Así como molécula?

1273Alumno: Ujú.

1274Entrevistador: ¿Y si tengo oxígeno en un recipiente, entre las moléculas hay interacción?

1275Alumno: No. Están los átomos unidos. Pero entre las moléculas no pasa nada.

1276Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el átomo de sodio formen ese compuesto?

1277Alumno: Creo que el sodio pierde un electrón y es ganado por el cloro.

1278Entrevistador: ¿Y por qué?

1279Alumno: Y porque el cloro... yo no me acuerdo, creo que en la última capa tiene uno y en la anteuúltima tiene ocho y entonces pierde ese electrón que está sobrando para que el sodio lo complete y ahí forman una unión electrovalente.

1280Entrevistador: ¿En esa unión electrovalente hay alguna fuerza entre los átomos?

1281Alumno: Electrónica.

1282Entrevistador: ¿Por qué hay una fuerza?

1283Alumno: Se van mezclando las órbitas, este electrón que es perdido, es ganado por el sodio. En la unión electrovalente se van mezclando las órbitas (el alumno hace un dibujo que marcamos como 1).

1284Entrevistador: Yo sé que el átomo tiene un núcleo y electrones ¿Qué se mezclan, los núcleos o los electrones?

1285Alumno: Los electrones. Los núcleos no porque si se mezclan los núcleos pierden la propiedad. O sea, por una ley física.

1286Entrevistador: ¿Los núcleos nunca se pueden mezclar, en ningún tipo de unión?

- 1287Alumno: No, hay los elementos radioactivos que se pueden descomponer pero mezclarse no.
- 1288Entrevistador: ¿Hay diferencia entre la unión de dos átomos de oxígeno para formar una molécula y la del cloruro de sodio? ¿Hay diferencia en cómo se unen en cada caso?
- 1289 Alumno: No. Son, creo que, iguales. No exactamente igual pero siguen el mismo principio.
- 1290Entrevistador: ¿Habría atracción electrostática entre los átomos de oxígeno o no?
- 1291Alumno: Sí.
- 1292Entrevistador: ¿Y habría algún átomo que le dio electrones y los perdió como explicaste con el cloruro de sodio o no?
- 1293Alumno: No.
- 1294Entrevistador: ¿Pero si hay una atracción electrónica?
- 1295Alumno: Si, en realidad se van mezclando las órbitas.
- 1296Entrevistador: ¿Y en este caso de la formación de una molécula de oxígeno ¿Cómo se explicaría que se mezclan las órbitas?
- 1297Alumno: Yo no me acuerdo. Porque van faltando electrones...
- 1298Entrevistador: ¿Van faltando electrones para que tenga ocho? Porque vos me hablaste que tenían que tener ocho electrones.
- 1299Alumno: No, se van juntando, no sé cómo explicarte.
- 1300Entrevistador: ¿Podrías representar una molécula de agua?
- 1301Alumno: (el alumno dibuja) Este tiene seis electrones y el hidrógeno tiene valencia uno, o sea, que tiene un electrón. Lo pierde porque tiene menos de cuatro y este llega a completar los ocho y queda estable.
- 1302Entrevistador: ¿Y esas rayitas cortadas qué representarían?
- 1303Alumno: Porque el oxígeno tiene valencia dos y el hidrógeno valencia uno.
- 1304Entrevistador: ¿La valencia representa los electrones que pierden?
- 1305Alumno: La valencia si es negativa puede ser carga, o positiva.
- 1306Entrevistador: ¿La valencia puede ser con carga positiva o negativa?
- 1307Alumno: Ajá.
- 1308Entrevistador: ¿Qué es eso de una valencia con carga positiva? Te pido que me expliques porque yo no sé y no me queda claro.
- 1309Alumno: No sé cómo explicarte.
- 1310Entrevistador: ¿Qué sería la valencia?
- 1311Alumno: Yo no me acuerdo. Sé que el oxígeno tiene valencia dos y el hidrógeno uno, así como el aluminio tiene valencia tres.
- 1312Entrevistador: ¿Y qué representa la valencia?
- 1313Alumno: Es la capacidad de oxidación.
- 1314Entrevistador: ¿Qué es la capacidad de oxidación?
- 1315Alumno: Vos no sos profesora.
- 1316Entrevistador: No, yo no soy profesora, ya te lo dije.
- 1317Alumno: Es como se une un elemento con el oxígeno. Como ser el aluminio tiene valencia tres. Para hacer un óxido de aluminio necesitas tres oxígenos porque el aluminio tiene valencia tres.
- 1318Entrevistador: Ah... quiere decir como con cuantos átomos se une.
- 1319Alumno: Claro.
- 1320Entrevistador: ¿O sea, la valencia es la capacidad de unión que tiene un átomo tomando como referencia otro átomo que es el de hidrógeno?

- 1321Alumno: Porque el hidrógeno tiene valencia uno.
- 1322Entrevistador: ¿Qué tipo de interacción hay entre el hidrógeno y el oxígeno en el agua?
- 1323Alumno: Electrovalente.
- 1324Entrevistador: O sea, que también hay uno que le da electrones al otro y eso determina que se atraigan o algo así.
- 1325Alumno: (no se escucha bien la respuesta hasta el párrafo que se transcribe)... tres y tres seis. El núcleo del hidrógeno entonces van formando órbitas, no se puede saber cómo es. Entonces van completando la capa. Estos electrones pasan y van completando otro.
- 1326Entrevistador: ¿Es como si esos átomos compartieran los electrones y ya no fueran de un átomo sólo sino de los tres?
- 1327Alumno: De una molécula.
- 1328Entrevistador: ¿Ya cuando se unieron los electrones ya no son de este, este o este átomo (señalando el dibujo del alumno) sino que son de la molécula.
- 1329Alumno: Sí.
- 1330Entrevistador: ¿Hay interacción entre dos moléculas de agua líquida?
- 1331Alumno: Y, al ser líquido ya completaron todo esto, tienen los ocho electrones y ya no tienen más capacidad de unión, y una molécula sobre otra como si se va... resbalando una arriba de la otra.
- 1332Entrevistador: ¿Existen las moléculas de agua en estado gaseoso?
- 1333Alumno: Sí.
- 1334Entrevistador: ¿Hay relación entre distintas moléculas de agua en estado gaseoso?
- 1335Alumno: No, tampoco.
- 1336Entrevistador: ¿Y en el hielo, hay relación entre distintas moléculas de agua?
- 1337Alumno: Sí, es ya como si se repelen menos, y ahí ya forma un sólido.
- 1338Entrevistador: En el siguiente esquema X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 1339Alumno: De ese se forma un gas. Que sé yo, puede ser cuando separas por electrólisis el oxígeno del hidrógeno. Automáticamente se unen dos átomos para formar una molécula porque no pueden estar separados. Tener un átomo y un átomo, sino que por un principio el gas tiene que estar la molécula.
- 1340Entrevistador: ¿O sea, que todos los gases están formados por la unión de dos moléculas?
- 1341Alumno: Menos los gases raros.
- 1342Entrevistador: ¿Y cómo se unen esos dos átomos?
- 1343Alumno: Electrónicamente. Se unen... no sé qué me querés preguntar.
- 1344Entrevistador: ¿Qué pasa para que se unan?
- 1345Alumno: Ah, se unen ya de por sí, porque tienen que estar unidos.
- 1346Entrevistador: ¿Sería como algo natural que ocurra, digamos?
- 1347Alumno: Claro. Siempre vas a encontrar un gas que no sea de los raros.
- 1348Entrevistador: No tiene que tener un porqué tu unión.
- 1349Alumno: No, claro. O sino yo no tengo una explicación.
- 1350Entrevistador: Si ahora yo te muestro lo siguiente: en este esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere?
- 1351Alumno: Una reacción química.

- 1352Entrevistador: ¿En este caso no hubiese habido una reacción química? (el investigador enseña nuevamente el esquema anterior donde aparecen los átomos representados por X)
- 1353Alumno: Sí.
- 1354Entrevistador: Explícame más.
- 1355Alumno: Podría ser un óxido.
- 1356Entrevistador: ¿Y por qué habría pasado eso?
- 1357Alumno: Y, pero tiene que haber una fuente de energía, no sé cómo explicarte.
- 1358Entrevistador: ¿Cómo que yo prendiera fuego para darle energía, o una corriente eléctrica?
- 1359Alumno: Exactamente.
- 1360Entrevistador: ¿Acá necesariamente debería haber un aporte de energía al sistema?
- 1361Alumno: Sí. Hay en algunos casos que no, no me sale ninguno pero hay algunas reacciones en que no necesariamente tenés que hacerle un aporte. Al ponerse en contacto ya reacciona.
- 1362Entrevistador: ¿Y si éste fuera uno de esos casos que otra conclusión me dirías?
- 1363Alumno: No sé, no se me ocurre ninguna.
- 1364Entrevistador: ¿En este caso vos crees que existen fuerzas entre estos dos átomos una vez que se unieron?
- 1365Alumno: Sí.
- 1366Entrevistador: ¿Y de que tipo son las fuerzas, de atracción o de repulsión?
- 1367Alumno: No, son de atracción.
- 1368Entrevistador: ¿Y en el caso anterior hay fuerzas? (el esquema con X)
- 1369Alumno: Sí.
- 1370Entrevistador: ¿También son de atracción?
- 1371Alumno: Sí.
- 1372Entrevistador: Yo te voy a decir unas palabras y quiero que me digas todas las que se te ocurran o asocies a ellas: unión.
- 1373Alumno: Cuando se juntan dos cosas.
- 1374Entrevistador: Interacción.
- 1375Alumno: Y también vendría a ser lo mismo.
- 1376Entrevistador: Enlace.
- 1377Alumno: Lo mismo.
- 1378Entrevistador: ¿Es lo mismo unión que interacción?
- 1379Alumno: Sí.
- 1380Entrevistador: Bien, con esto terminamos. Muchas gracias.

Alumno: Noelia Gonzales

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

- 1381Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento.
¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 1382Alumna: Y... se formaron moléculas.
- 1383Entrevistador: ¿Y cómo se formaron, qué pasó para que se formaran?
- 1384Alumna: Y se tuvo que... ¿Espontáneamente sin aplicarle nada?
- 1385Entrevistador: Sí, espontáneamente, sin ninguna intervención.
- 1386Alumna: ¿Sin ningún agente exterior?
- 1387Entrevistador: Nada.
- 1388Alumna: Cambió de estado, no sé.
- 1389Entrevistador: ¿Se formaron moléculas o cambió de estado?
- 1390Alumna: Cambió de estado.
- 1391Entrevistador: ¿Y a qué estado habría pasado? ¿En qué estado estaba y a qué estado habría pasado?
- 1392Alumna: Por ejemplo podría ser un estado líquido y pasar a un estado gaseoso.
- 1393Entrevistador: De líquido en la figura 1 pasaría a gaseoso en la figura 2.
- 1394Alumna: Sí, yo diría que sí, podría ser así.
- 1395Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?
- 1396Alumna: Y que se produce una reacción, una reacción química. Tenemos dos reactivos que se ponen en contacto y espontáneamente forman un producto.
- 1397Entrevistador: ¿Y cómo se habría producido la unión entre estos dos átomos para formar un producto?
- 1398Alumna: ¿Qué tipo de enlace me preguntas? Por algún tipo de enlace.
- 1399Entrevistador: ¿Y qué es un enlace?
- 1400Alumna: Un enlace es cuando se unen dos átomos, depende de qué tipo de enlace sean, puede ser iónico o covalente.
- 1401Entrevistador: ¿Y cuando se unen qué pasa?
- 1402Alumna: Se produce un intercambio de energía. Se puede tomar o perder energía, depende de cómo sea la reacción.
- 1403Entrevistador: ¿Y acá cómo habría sido?
- 1404Alumna: Y me parece que si es espontáneamente es una reacción que desprende calor. Porque la ponerlo en contacto... (la alumna no termina de concretar la frase)
- 1405Entrevistador: ¿Y esos enlaces, qué pasa en los átomos para que se formen los enlaces? Recién me dijiste que se... (la alumna interrumpe)
- 1406Alumna: Que se pierde energía o se gana energía... ah, eso. Los reactivos tienen sus propios enlaces entre sí, y al ponerse en contacto un reactivo con otro reactivo se rompen todos los enlaces y se forman otros enlaces.
- 1407Entrevistador: ¿Y qué pasa en los átomos para que se formen los enlaces? ¿Pasa algo? ¿Hay algún cambio en los átomos?

- 1408 Alumna: Y los enlaces se forman generalmente con los electrones de valencia de cada uno de los átomos. O sea, que... por ejemplo... algunos átomos tienen más o menos afinidad por los electrones y con eso se forman los enlaces.
- 1409 Entrevistador: ¿En todos los enlaces es igual?
- 1410 Alumna: Sí, en los iónicos no es tan así.
- 1411 Entrevistador: ¿Y qué pasa en los iónicos?
- 1412 Alumna: En los iónicos... se forman por cargas. No sé cómo explicarte.
- 1413 Entrevistador: ¿Los átomos tienen cargas en los iónicos? ¿Es eso?
- 1414 Alumna: No los átomos. Por ejemplo: el cloruro de sodio, el cloro tiene carga negativa y el sodio carga positiva; y entonces se forma... se formaría un enlace. Pero no es, es un enlace iónico, tienen cargas.
- 1415 Entrevistador: ¿Y hay otros enlaces donde no tienen... ?(la alumna interrumpe la pregunta)
- 1416 Alumna: Y hay otros enlaces donde forman, donde toman electrones o se comparten; en el caso de los covalentes, covalentes dativos.
- 1417 Entrevistador: ¿Y por qué comparten los electrones?
- 1418 Alumna: Y porque... depende mucho de los electrones de valencia. Por ejemplo hay átomos que tienen, por ejemplo en el caso del flúor que tienen siete electrones de valencia y para formar su octeto y formar un enlace covalente necesitaría uno que tenga un electrón que pueda compartirlo.
- 1419 Entrevistador: ¿Qué es eso del octeto?
- 1420 Alumna: Es una forma de enlace... según Lewis.
- 1421 Entrevistador: ¿Qué es como un tipo de enlace también el octeto? Te aclaro que yo no sé mucha química así que te podría preguntar cosas que te parezcan extrañas o obvias.
- 1422 Alumna: Es una teoría. Para tener más o menos idea de cómo se pueden formar los enlaces. La teoría dice que para formarse un enlace... hay que tratar de llegar al gas noble más próximo. Llegar a los ocho electrones... Los gases nobles, que son los elementos que prácticamente no reaccionan con nada. Es porque tienen todos sus electrones... su última capa de electrones está completa y entonces no hay forma de que se puedan unir. Es como decirte... que no hay forma de que entre ahí. Permanecen como gas aislado de todo lo demás. Porque no hay forma de combinarlo de otra manera. Al no poderse combinar, o sea, que la combinación puede realizarse por medio de los electrones solamente, sino no se puede combinar.
- 1423 Entrevistador: ¿Y cuando los átomos estos se unen vos decís que ocurre qué? ¿Se parecen a esos que no se pueden combinar?
- 1424 Alumna: No, o sea, ese producto se podría seguir combinando. Espontáneamente, yo diría que queda ahí si no se le aplica nada... pero... si, todo tiende a formar algo que sea estable. Cuando alcanza su estabilidad ahí quedará.
- 1425 Entrevistador: Bueno, si **O** y **•** átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación? Se le muestra el dibujo 3-1.
- 1426 Alumna: Podría ser una molécula de agua.
- 1427 Entrevistador: ¿Y estos qué serían, átomos?
- 1428 Alumna: Sí, por ejemplo la molécula de agua es H₂O, serían dos hidrógenos y un oxígeno.
- 1429 Entrevistador: Enseña la figura 3-2.
- 1430 Alumna: Son tres átomos separados.
- 1431 Entrevistador: ¿Ya no es una molécula en ese caso?

- 1432Alumna: Y, yo no los veo.
- 1433Entrevistador: ¿Para que formen una molécula tienen que estar unidos... ?
- 1434Alumna: ...Sí, yo diría que sí.
- 1435Entrevistador: A vos te parece que sí. Enseña la figura 3-3.
- 1436Alumna: ¿Siguen siendo átomos?
- 1437Entrevistador: Sí, la misma explicación que 3-1. Los puntitos son átomos iguales y la **O** es otro átomo distinto.
- 1438Alumna: ¿Un átomo dentro de otro átomo?
- 1439Entrevistador: No sé. Yo te digo si para vos representa algo. Podría, para vos, no representar nada.
- 1440Alumna: No significa nada.
- 1441Entrevistador: Enseña la figura 3-4.
- 1442Alumna: Son dos iones.
- 1443Entrevistador: ¿Y qué pasó para que estos pasaran de átomos a iones? ¿Les puede pasar eso a los átomos
- 1444Alumna: Sí pueden ganar o perder electrones... el más grande es uno que ganó un electrón y el otro uno que perdió.
- 1445Entrevistador: Enseña la figura 3-5.
- 1446Alumna: Nada.
- 1447Entrevistador: El oxígeno es una molécula biatómica formada por dos átomos. ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 1448Alumna: ...tenía dos átomos de oxígeno...
- 1449Entrevistador: (repite la pregunta)
- 1450Alumna: Pero el oxígeno no existe como átomo, sólo existe como molécula de oxígeno. Si... están en contacto solamente. El oxígeno se encuentra como molécula, no como átomo.
- 1451Entrevistador: ¿O sea, que esto no es posible?
- 1452Alumna: ¿Qué no es posible qué?
- 1453Entrevistador: Que dos átomos de oxígeno se unan y formen una molécula.
- 1454Alumna: No, no eso siempre es posible. El oxígeno del único modo que puede existir en estado libre es como molécula de oxígeno, no como átomo.
- 1455Entrevistador: Bueno, ¿qué pasó? Porque alguna vez se tuvo que formar el oxígeno como molécula.
- 1456Alumna: Sí, pasó que comparten los electrones y se formó un enlace. Con lo que aprendí en química general te diría que es un enlace covalente doble. Con inorgánica no, cambia todo.
- 1457Entrevistador: ¿Y qué me dirías ahora?
- 1458Alumna: No sé, te digo lo que sé.
- 1459Entrevistador: Decime lo que vos crees.
- 1460Alumna: Que comparten los electrones. No sé qué decir.
- 1461Entrevistador: ¿Y cómo es eso de compartir los electrones?
- 1462Alumna: Y el oxígeno tiene, creo que sus electrones, y formaba un enlace doble para completar el octeto... pero con la teoría de los orbitales moleculares cambió todo, cambié de idea. No sé, te lo puedo explicar.
- 1463Entrevistador: Bueno.
- 1464Alumna: Pensamos que el oxígeno se une así. (la alumna dibuja la figura 1)

- 1465Entrevistador: Ajá... ¿Y esas rayitas que son? (se refiere a las rayitas que la alumna dibujó entre los dos átomos de oxígeno)
- 1466Alumna: Electrones. Pasa que son distintas teorías. En toda la secundaria y química general dimos una teoría que es la de electrones de valencia.
- 1467Entrevistador: Ajá.
- 1468Alumna: Entonces era la forma en que, de qué forma se unían los átomos, para formar moléculas. Y... entonces se tiene que hacer una hibridación... o sea, en la tabla periódica figura, sería como está compuesto el átomo. Según los niveles de energía que tiene es cuantos electrones tiene en cada nivel. Entonces según eso nos hacían hacer una hibridación, que sería hibridar... Tratar de hacer algo para que ese átomo se pudiera unir a otro. Según el átomo al que se uniera, sería como... no sé, como abrir la puerta para que deje que pase alguien que se pueda unir con él.
- 1469Entrevistador: ¿Y ahora qué explicación me darías?
- 1470Alumna: Y ahora dimos otra teoría que nos dijo que lo que pensábamos en el caso del oxígeno... pensábamos que el oxígeno era una molécula diamagnética y nos dimos cuenta que es paramagnética. Todo lo que dimos en orbitales moleculares.
- 1471Entrevistador: ¿Y cómo explica lo otro? ¿Cómo se unen los átomos con los orbitales moleculares?
- 1472Alumna: ¿Cómo se unen?
- 1473Entrevistador: Sí.
- 1474Alumna: Lo que pasa es que es muy larga esa teoría para que te lo explique. Ni yo la sé. No estoy segura que lo que te voy a explicar va a estar bien.
- 1475Entrevistador: Bueno, que crees vos, una explicación de emergencia y urgente, para mí. ¿Qué me podrías decir, cómo están unidos? ¿No comparten ya los electrones como antes?
- 1476Alumna: Sí, los comparten... pero de otra manera.
- 1477Entrevistador: ¿Qué cambió de la manera anterior a ésta?
- 1478Alumna: ...Lo que pasa es que no me acuerdo muy bien. En este momento me pongo nerviosa.
- 1479Entrevistador: No, no... yo para tener una explicación completa. Por ahí yo creo que me dicen una cosa y la interpretación que hago no es así.
¿Para que dos átomos de oxígeno se unan y formen una molécula, habría una reacción química?
- 1480Alumna: Sí.
- 1481Entrevistador: ¿Y entre los átomos de oxígeno que se unieron para formar la molécula hay fuerzas?
- 1482Alumna: Sí.
- 1483Entrevistador: ¿Son de atracción?
- 1484Alumna: Sí.
- 1485Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio.
¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el átomo de sodio formen ese compuesto?
- 1486Alumna: Se produjo una reacción química. Entre un ácido y una base que serían el ácido clorhídrico... ah, vos me decís un átomo de cloro y un átomo de sodio.
- 1487Entrevistador: Sí. Supongamos que estuvieran solos.
- 1488Alumna: Claro, porque para que se produjera una sal tiene que ser un ácido y una base.
- 1489Entrevistador: Ajá.

- 1490 Alumna: En este caso es una sal neutra. En este caso sería el ácido clorhídrico con el hidróxido de sodio que te da sal más agua.
- 1491 Entrevistador: ¿Y cómo se habrían unido estos átomos? ¿Cómo estarían unidos?
- 1492 Alumna: Y es un enlace iónico.
- 1493 Entrevistador: Un enlace iónico. ¿Qué pasa entre los átomos para que haya un enlace iónico?
- 1494 Alumna: El cloro gana... en disolución el cloro está como cloruro y el sodio como ion sodio positivo. Los dos, el cloruro tiene carga negativa y el sodio positiva y entonces tiene una atracción.
- 1495 Entrevistador: ¿Y por qué tienen esas cargas?
- 1496 Alumna: Y porque el cloro gana un electrón y el sodio lo pierde.
- 1497 Entrevistador: Ajá. ¿Y por qué pasa eso?
- 1498 Alumna: ...Porque es la manera en que se pueden unir. ¿Vos me preguntas por qué el cloro gana un electrón y el sodio lo pierde?
- 1499 Entrevistador: ¿Por qué no al revés por ejemplo?
- 1500 Alumna: ¿Por qué el sodio no gana un electrón y el cloro lo pierde?...Y porque el sodio,... es más fácil sacarle un electrón al sodio que al cloro.
- 1501 Entrevistador: ¿Por qué?
- 1502 Alumna: Y por lo que te dije hoy que tratan de llegar al gas noble más próximo. Por ejemplo el cloro si tiene siete es más fácil que gane uno que de esos siete sacarle uno.
- 1503 Entrevistador: ¿Entonces todas estas uniones se hacen para llegar a la estructura del gas noble más próximo?
- 1504 Alumna: Es para llegar a algo estable... Es más fácil al sodio, que tiene un solo electrón sacarle uno. Necesitas menor energía que para sacárselo al cloro que tiene siete. Es como que están más unidos. Porque el cloro tiene, cada átomo, su núcleo y sus electrones girando a su alrededor. Si yo tengo uno que tienen un solo electrón va a ser menor la energía que yo necesite para sacarle el electrón. Va a tener, eh... , o sea, el núcleo se atrae. Es como que se sintiera atraído con los electrones que giran. Entonces al tener un solo electrón es más, se necesita menor energía. En cambio cuando se tienen más electrones dando vuelta... Un átomo es neutro, en su núcleo tiene electrones negativos y protones positivos, las dos cargas se compensan. Si yo tengo un solo electrón dando vueltas la carga que tienen ese núcleo va a ser débil, para compensar a ese electrón. Si yo tengo siete electrones dando vueltas la carga positiva del núcleo va a ser mayor y va a ser más difícil sacar un electrón.
- 1505 Entrevistador: ¿Cuántos más electrones tengo, más carga tiene el núcleo?
- 1506 Alumna: Claro, porque es algo que se tiene que compensar. Porque el átomo es neutro, las cargas positivas del núcleo tienen que igualar a las cargas negativas.
- 1507 Entrevistador: ¿Si tuviera varias moléculas de oxígeno habría alguna interacción entre esas moléculas?
- 1508 Alumna: ¿Si podría formarse alguna otra cosa?
- 1509 Entrevistador: ¿Si habría fuerzas entre esas moléculas, se establecería alguna relación?
- 1510 Alumna: Lo que pasa es que en los gases ideales no hay, pero si existen aunque es muy poca.
- 1511 Entrevistador: ¿Son de atracción o de repulsión?
- 1512 Alumno: De atracción.

- 1513Entrevistador: ¿Podrías representar una molécula de agua?
- 1514Alumna: Dibuja.
- 1515Entrevistador: ¿Esos átomos también están unidos?
- 1516Alumna: Sí, por eso lo que vos me mostraste hoy para mí era la molécula de agua. Podría haber sido otra cosa pero lo que yo me imaginé en ese momento era la molécula de agua.
- 1517Entrevistador: ¿Cómo es la unión entre los átomos de oxígeno y de hidrógeno?
- 1518Alumna: Por enlaces covalentes.
- 1519Entrevistador: ¿Y también se le puede aplicar eso de los orbitales moleculares que me contaste hoy?
- 1520Alumna: ...Sí, yo creería que sí. Es otra teoría pero no la tengo muy clara.
- 1521Entrevistador: ¿Por qué es mejor? ¿Qué hace mejor que la otra?
- 1522Alumna: La... es más exacta. No sé cómo decirte. La teoría de los orbitales moleculares se descubrió, yo creo, que a partir del oxígeno. Pero... te indica mejor de que forma están unidos. Pero no la sé explicar.
- 1523Entrevistador: Bueno, está bien. ¿Hay interacción entre distintas moléculas de agua líquida?
- 1524Alumna: Sí, hay uniones por medio de puentes de hidrógeno.
- 1525Entrevistador: ¿Y hay fuerzas entre esas moléculas de agua?
- 1526Alumna: Y hay una atracción que permite que se unan.
- 1527Entrevistador: ¿Hay fuerzas de atracción entre las moléculas?
- 1528Alumna: En estado líquido sí.
- 1529Entrevistador: ¿Si fuera agua gaseosa?
- 1530Alumna: Existen fuerzas de atracción pero serían mucho menores.
- 1531Entrevistador: ¿O sea, hay fuerzas de atracción entre las moléculas de agua gaseosa pero serían menores?
- 1532Alumna: Sí porque están más dispersas.
- 1533Entrevistador: ¿La representación de una molécula de agua gaseosa sería la misma?
- 1534Alumna: Sí.
- 1535Entrevistador: ¿Y si yo quisiera representar el agua sólida, la representación de la molécula sería igual o cambiaría?
- 1536Alumna: No.
- 1537Entrevistador: ¿Y entre las moléculas de agua sólida habría fuerzas?
- 1538Alumna: Sí habría fuerzas de atracción mucho mayores que las del líquido.
- 1539Entrevistador: ¿O sea, que las fuerzas de atracción serían mayores en el líquido que en el gas y en el sólido que en el líquido?
- 1540Alumna: Sí
- 1541Entrevistador: Yo te voy a decir unas palabras y vos me tenés que decir todas aquellas que relaciones con ellas. Unión.
- 1542Alumna: Enlace.
- 1543Entrevistador: Enlace.
- 1544Alumna: Electrones.
- 1545Entrevistador: ¿En los enlaces tiene algo que ver cómo es adentro el átomo?
- 1546Alumna: Sí tiene mucho que ver cómo es adentro el átomo.
- 1547Entrevistador: Bueno con eso terminamos. Muchísimas gracias y disculpa el tiempo que te quité.

Alumno: Martín Rodríguez

Edad: 20 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

1548Entrevistador: en el siguiente esquema X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1549Alumno: Una reacción.

1550Entrevistador: ¿Una reacción química?

1551Alumno: (no responde)

1552Entrevistador: ¿Y qué pasó para que esos átomos se unieran?

1553Alumno: Un enlace.

1554Entrevistador: ¿Qué sería eso de un enlace?

1555Alumno: ¿Cómo qué sería eso de un enlace?

1556Entrevistador: Sí. ¿Qué me quieres decir con eso de enlace?

1557Alumno: Que se formaron moléculas. Una unión de átomos.

1558Entrevistador: ¿Y cómo se habría hecho esa unión?

1559Alumno: Hay una fuerza de atracción entre estos (se refiere a los átomos de X)

1560Entrevistador: ¿Y por qué hay una fuerza de atracción?

1561Alumno: ...(no se entiende)... el núcleo... (no se entiende)... Según el radio atómico que tengan los átomos, eh... mayor va a ser la fuerza para atraer. Según las capas de valencia que tenga, mayor va a ser la fuerza de atracción que va a tener.

1562Entrevistador: ¿Es el núcleo del átomo el que atrae?

1563Alumno: Aja.

1564Entrevistador: ¿Y los electrones qué tienen que ver en todo eso? Porque yo sé que tienen núcleo y electrones, hasta ahí llegó mi química.

1565Alumno: Ah... claro, también.

1566Entrevistador: ¿Tienen los electrones que ve en esto?

1567Alumno: Sí, según los electrones que haya en la última capa de valencia son como se van a enlazar con otro átomo.

1568Entrevistador: ¿Qué, hay distintos modos?

1569Alumno: Y... pueden formar distintos enlaces.

1570Entrevistador: ¿Y aquí de qué tipo sería?

1571Alumno: ...No sabría sin identificar los átomos.

1572Entrevistador: ¿No sabrías sin identificar los átomos?

1573Alumno: No, no sabría.

1574Entrevistador: En el siguiente esquema A y B representan átomo de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1575Alumno: Una molécula. Supongamos que esto es cloro, esto es sodio y se juntaron y formaron cloruro de sodio.

1576Entrevistador: ¿Y también hay enlaces entre los átomos, éste y éste?

1577Alumno: Y, sí. Por supuesto. Supongamos que este X fuera oxígeno (se refiere al primer esquema que se le enseñó) se habría enlazado para formar el oxígeno... diatómico. Pueden ser tres oxígenos para formar ozono.

- 1578Entrevistador: Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos? El investigador enseña el dibujo 3-1.
- 1579Alumno: Podría ser la molécula de agua.
- 1580Entrevistador: ¿Y habría un enlace entre estos átomos?
- 1581Alumno: Sí.
- 1582Entrevistador: Y cómo sería el enlace ahí.
- 1583Alumno: Enlace covalente polar.
- 1584Entrevistador: ¿Y qué es eso de enlace covalente polar? Porque para mí... sería como si me dijeras es Mariquita Sánchez, bueno, describila.
- 1585Alumno: Eh... no me acuerdo nada. Puente de hidrógeno.
- 1586Entrevistador: ¿Entre estos átomo hay un puente de hidrógeno?
- 1587Alumno: (no responde)
- 1588Entrevistador: Enseña dibujo 3-2.
- 1589Alumno: No, que sé yo. Suponiendo hidrógeno y oxígeno es como que se separaron los átomos de esa molécula.
- 1590Entrevistador: ¿Cómo que el agua se hubiera separado?
- 1591Alumno: Como que agarré una molécula de agua y la separé en hidrógeno y oxígeno.
- 1592Entrevistador: Enseña el dibujo 3-3.
- 1593Alumno: Que hubo un solapamiento. ¿Podría ser?
- 1594Entrevistador: ¿Se pusieron uno arriba del otro? ¿De quién es el solapamiento?
- 1595Alumno: De este (señala una de las representaciones de un átomo) y de éste (señala dos representaciones más).
- 1596Entrevistador: Enseña el dibujo 3-4.
- 1597Alumno: Mostrando... las cargas de los átomos.
- 1598Entrevistador: ¿Qué estos átomos están cargados?
- 1599Alumno: Sí este está cargado negativo y éste positivo.
- 1600Entrevistador: ¿Y cómo habrían adquirido esas cargas? ¿O es que ya vienen con los átomos?
- 1601Alumno: No, por los electrones...
- 1602Entrevistador: ¿Qué, hay electrones con carga positiva?
- 1603Alumno: No, no.
- 1604Entrevistador: ¿Y de donde las sacan a las cargas? Porque yo creía que los átomos eran neutros. ¿Cómo hacen para tener esas cargas? ¿Qué les habría pasado?
- 1605Alumno: Los metales siempre están con cargas positivas, los gases y no metales siempre con cargas negativas.
- 1606Entrevistador: Ah, y eso tiene alguna explicación de porqué es así.
- 1607Alumno: Y, la debe tener seguramente, yo no me la acuerdo.
- 1608Entrevistador: Pero eso es así. Enseña el dibujo 3-5.
- 1609Alumno: No sé, lo mismo que hoy, que están desunidos.
- 1610Entrevistador: ¿Átomos que están desunidos?
- 1611Alumno: Sí.
- 1612Entrevistador: El oxígeno que respiramos es una molécula biatómica (formada por dos átomo). ¿Qué crees tú que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 1613Alumno: Se enlazaron.
- 1614Entrevistador: ¿Y qué habría pasado para que se enlazaran?

- 1615Alumno: Una atracción.
- 1616Entrevistador: ¿Y por qué se atraen?
- 1617Alumno: Por... (no se puede desgravar)
- 1618Entrevistador: ¿Y qué otra cosa podrías decir del enlace? ¿Hay algo más para agregar? No es que me tengas que contar nada si crees que ya esta
- 1619Alumno: Puede ser, yo no me lo acuerdo en este momento.
- 1620Entrevistador: Supongamos dos moléculas de oxígeno gaseoso, entre las mismas ¿hay fuerzas?
- 1621Alumno: Claro, de repulsión entre dos gases.
- 1622Entrevistador: Podrías representar una molécula de agua líquida.
- 1623Alumno: (dibuja)
- 1624Entrevistador: ¿El agua gaseosa, tendría alguna diferencia con esa representación?
- 1625Alumno: No, porque si el hidrógeno y el oxígeno estuvieran separados ya no sería.
- 1626Entrevistador: Y en el agua sólida ¿habría alguna diferencia en la representación?
- 1627Alumno: No.
- 1628Entrevistador: Supongamos varias moléculas de agua gaseosa. ¿Hay habría fuerzas entre esas moléculas?
- 1629Alumno: Y, sí... o sea, gaseosas.
- 1630Entrevistador: ¿Si?
- 1631Alumno: Y... habría más que nada, no habría tanta fuerza de atracción... Están más separadas.
- 1632Entrevistador: ¿Y qué habría entre las moléculas, fuerzas de atracción o de repulsión débiles?
- 1633Alumno: Débiles. Si sería estado líquido estarían más juntas.
- 1634Entrevistador: ¿Y las fuerzas de atracción en el estado líquido serían mayores?
- 1635Alumno: Sí.
- 1636Entrevistador: ¿Y si hablara del agua sólida qué pasaría con la fuerza entre las moléculas? ¿Habría fuerzas, para empezar?
- 1637Alumno: Sí... a ver que pasaba... No me acuerdo, se decía que tenía mayor densidad el agua al estado líquido que al estado sólido. Eso es por los enlaces de puente de hidrógeno.
- 1638Entrevistador: ¿Y hay fuerzas entre las moléculas?
- 1639Alumno: Sí.
- 1640Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de atracción, de repulsión?
- 1641Alumno: De atracción.
- 1642Entrevistador: Y con respecto al líquido y al gas, ¿son más grandes, más chicas, hay alguna relación que se pueda establecer?
- 1643Alumno: Y... puede ser... que sean más débiles las fuerzas de atracción en estado sólido por eso la densidad es mayor que en el líquido.
- 1644Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el átomo de sodio formen ese compuesto?
- 1645Alumno: Un enlace.
- 1646Entrevistador: ¿Cómo se hizo ese enlace, cómo ocurrió?
- 1647Alumno: Y... por las fuerzas de atracción de éste átomo con éste átomo... O sea éste tenía capacidad para ceder protones y este para poder atraer. Y completar un octeto pero quedó formada la molécula del cloruro de sodio.
- 1648Entrevistador: Ya varias veces me nombraste eso del octeto, ¿qué es?

- 1649Alumno: O sea, es cuando se produce un enlace. Es la cantidad de electrones que comparten. O sea, el total de electrones que quedan en un enlace.
- 1650Entrevistador: ¿Estos átomos comparten electrones?
- 1651Alumno: Uju.
- 1652Entrevistador: ¿Y el número de electrones que comparten se llama octeto?
- 1653Alumno: O sea, llegan al octeto.
- 1654Entrevistador: ¿Llegan al octeto?
- 1655Alumno: Cumplen la regla del octeto.
- 1656Entrevistador: ¿Qué regla es esa?
- 1657Alumno: En el agua el hidrógeno tiene un electrón y el oxígeno tiene seis, y comparten uno de cada uno del hidrógeno y ahí llegan a la regla del octeto.
- 1658Entrevistador: ¿Qué dice la regla?
- 1659Alumno: No me acuerdo.
- 1660Entrevistador: ¿Pero la tienen que cumplir?
- 1661Alumno: Sí.
- 1662Entrevistador: ¿Y siempre que haya un enlace se cumple esa regla?
- 1663Alumno: No. A veces se expande el octeto.
- 1664Entrevistador: ¿Se expande el octeto? ¿Y eso qué quiere decir: que se agranda?
- 1665Alumno: Sí.
- 1666Entrevistador: ¿Está bien, se agranda?
- 1667Alumno: Sí.
- 1668Entrevistador: Bueno, gracias. Espero no haberte hecho perder mucho de la clase.

Alumno: Laura Fox

Edad: 19 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

1669Entrevistador: En el siguiente esquema X representa átomos de un elemento. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1670Alumna: Se solidificó.

1671Entrevistador: ¿Era un líquido, o un gas y se solidificó?

1672Alumna: Sí.

1673Entrevistador: ¿Un proceso físico?

1674Alumna: Un proceso físico, puede ser, que hizo que los átomos se ordenaran.

1675Entrevistador: En el siguiente esquema a y B representan átomos de dos elementos diferentes. ¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1676Alumna: Que hubo una reacción entre dos sustancias distintas, dos elementos, y se formó un nuevo elemento. Que probablemente tenga características, nada que ver con la de los dos elementos de los que se formó.

1677Entrevistador: ¿Y qué pasó entre estos dos átomos para que se formara el elemento?

1678Alumna: ¿El elemento? Se acercaron y hubo un enlace entre ellos y entonces comparten electrones. Digamos los dos núcleos de los dos elementos distintos y los electrones giran alrededor del núcleo y se comparten.

1679Entrevistador: ¿Los electrones o los núcleos también?

1680Alumna: Los electrones, los electrones comparten esos núcleos.

1681Entrevistador: Ajá. ¿Eso es lo que me quieres decir con enlace? Esa explicación que me diste recién.

1682Alumna: Claro que los núcleos se unen, a través, comparten electrones.

1683Entrevistador: ¿Los núcleos están unidos?

1684Alumna: No están juntos, están cerca.

1685Entrevistador: Los núcleos están cerca y comparten los electrones. ¿Y vos tenés alguna idea de por qué pasa eso?

1686Alumna: ¿Mis ideas? ¿Por qué pasa eso? Y...

1687Entrevistador: No, no. Porque a lo mejor se ponen dos sustancias iguales y no reaccionarían. Pienso que dos sustancias para reaccionar tienen que tener, a lo mejor características opuestas para dar un nuevo elemento. Por ejemplo, si yo tengo, un átomo con cargas positivas que sea A y otro B; para reaccionar y formar un compuesto B tiene que tener cargas negativas. Eso es básico.

1688Entrevistador: Ah, tienen que tener cargas distintas esto (el entrevistador señala el átomo A) y esto (el entrevistador señala el átomo B) para reaccionar. ¿Ya tiene las cargas desde antes?

1689Alumna: Por ejemplo... Sí, ya tenerlas de antes. Para que eso haga que... ¿Por qué un átomo A se va a acercar a uno de B? Así que una de las razones es para, a lo mejor, hacer que tengan entre los dos átomos...

1690Entrevistador: ¿Cómo una atracción eléctrica entre dos cargas de distinto signo?

- 1691 Alumna: ...Para que queden neutros.
- 1692 Entrevistador: ¿Y habría alguna otra cosa, sino fuera eso que determinara que se formaran otras sustancias?
- 1693 Alumna: ¿Qué... se formaran?
- 1694 Entrevistador: Porque esa es muy lógica.
- 1695 Alumna: Sí, es muy lógica.
¿Y otra explicación? Pienso básicamente que no. A lo mejor tengo dos elementos que, a lo mejor, son los dos positivos o... no tiene nada que ver. O por más que tengan cargas positivas y negativas no se pueden unir por otra razón, y si aplicamos alguna radiación, o calor, o frío y se unen. Porque se cambiaría a lo mejor el estado en que están esos electrones.
- 1696 Entrevistador: Aja.
- 1697 Alumna: Pienso, que sé yo.
- 1698 Entrevistador: Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos? El entrevistador enseña el dibujo 3-1.
- 1699 Alumna: Sí, es un compuesto formado por dos tipos de átomos. Que es a lo mejor un átomo muy grande, que tiene mucha atracción por otros átomos. Ese átomo grande tiene, digamos, una carga positiva muy grande. Y para que esa sustancia que se formó ahí sea neutra necesitan dos átomos más pequeños de la otra sustancia. ¿Quedó claro o no?
- 1700 Entrevistador: Sí. ¿Con átomo grande exactamente a qué te referís? ¿Qué sería un átomo grande para vos?
- 1701 Alumna: Sería un átomo que tiene muchos electrones a su alrededor. Porque en realidad, en todos los átomos, los núcleos son chiquitos y lo que forma todo el átomo para que se vea serían toda una nube con todos electrones.
- 1702 Entrevistador: O sea, que un átomo muy grande es un átomo con muchos electrones.
- 1703 Alumna: Claro.
- 1704 Entrevistador: Y estos otros (por los átomos representados por puntos negros) serían átomos con...
- 1705 Alumna: Con menos electrones.
- 1706 Entrevistador: ¿Los átomos con muchos electrones atraen a los que tienen poquitos?
- 1707 Alumna: Eh... no. Pero, a lo mejor la relación que hay entre las masas, entre lo que hay en el núcleo, la cantidad de electrones que hay afuera hace que sea así.
- 1708 Entrevistador: O sea, que hay...
- 1709 Alumna: Por ejemplo este electrón, el más chiquito, va a tener el núcleo más chico por lo tanto... a lo mejor tienen ese núcleo...
- 1710 Entrevistador: ¿Cuánto menos electrones el núcleo es más chico?
- 1711 Alumna: Claro, van a estar relacionadas las cargas. Porque tiene que tener la misma cantidad de electrones que protones y neutrones.
- 1712 Entrevistador: ¿Y hay fuerzas entre estos átomos?
- 1713 Alumna: Sí, para interacciones. Para mantenerse unidos.
- 1714 Entrevistador: ¿Son fuerzas de atracción?
- 1715 Alumna: Sí, y también probablemente haya de repulsión. Porque...
- 1716 Entrevistador: ¿Entre quienes?
- 1717 Alumna: Entre los núcleos.

- 1718Entrevistador: ¿Ah, o sea, que los átomos se atraen y los núcleos se repelen?
- 1719Alumna: Por eso no se juntan, sino se juntarían. Entonces los núcleos de átomos diferentes se repelen.
- 1720Entrevistador: Enseña el dibujo 3-2.
- 1721Alumna: Y no, a lo mejor son dos tipos de átomos que están, a lo mejor, en el mismo medio, una solución. Y que no reaccionan porque no están juntos.
- 1722Entrevistador: Perfecto. Enseña el dibujo 3-3.
- 1723Alumna: Es la unión de un átomo grande visto desde abajo.
- 1724Entrevistador: Ajá, tenés razón eso parece. Enseña el dibujo 3-4.
- 1725Alumna. Este átomo grande tiene carga negativa y este átomo chiquito carga positiva. O sea, que el átomo que está dibujado más grande tiene más electrones, tiene carga negativa. Y el átomo chiquito probablemente tenga menos electrones... Digamos, la carga de los electrones que tiene ese átomo chiquito va a ser menor a la carga del núcleo que es positiva.
- 1726Entrevistador: ¿Están unidos estos átomos?
- 1727Alumna: No, no sé. No hay ninguna rayita que diga que están unidos. Porque generalmente cuando están unidos hay una línea de puntos que marca esa unión.
- 1728Entrevistador: Enseña el dibujo 3-5.
- 1729Alumna: Probablemente... ¿Esos dos átomos (la alumna se refiere a los representados por puntos negros) tienen que ser iguales?
Es un compuesto formado por esos tres átomos pero no hay ninguna señal de que estén unidos así que... puede ser que estén en un mismo medio. Que haya todos tipos de átomos que estén en un mismo medio pero no reaccionen.
- 1730Entrevistador: Como en el dibujo 3-2.
- 1731Alumna: Claro.
- 1732Entrevistador: El oxígeno es una molécula biatómica (formada por dos átomos) ¿Qué crees tu que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 1733Alumna: Yo diría que el átomo, por lo que sé... si me escucha el profesor de general.
- 1734Entrevistador: No te preocupes, no te va a escuchar.
- 1735Alumna: Eh, los átomos de oxígeno son inestables, buscan asociarse. Si es inestable estando sólo va a buscar juntarse y juntos forman la molécula que es una molécula estable.
- 1736Entrevistador: ¿La razón de la formación de la molécula?
- 1737Alumna: Es para lograr mayor estabilidad.
- 1738Entrevistador: Perfecto.
- 1739Alumna: Porque así el oxígeno sólo reacciona con muchas cosas.
- 1740Entrevistador: Cuando está como átomo.
- 1741Alumna: Para estar, como puro, digamos trata de asociarse con átomos de la misma especie.
- 1742Entrevistador: Aja. ¿Qué pasaría en este caso con el asunto de los electrones y los núcleos? Todo lo que me dijiste antes.
- 1743Alumna: Bueno...
- 1744Entrevistador: ¿Sería la misma explicación que me diste antes, o sería distinta?
- 1745Alumna: Claro, cuando se unen esos dos átomos de oxígeno vamos a tener los dos núcleos y una nube de electrones que va a haber electrones tanto de un átomo como del otro que van a formar una nube. Que van a girar en torno a los dos.

- 1746Entrevistador: Cuando me explicaste el caso de la formación de AB, me dijiste que A y B tenían cargas. ¿En este caso es igual?
- 1747Alumna: No, porque acá estamos hablando de dos cosas distintas, de dos elementos distintos. Acá estamos hablando del mismo elemento. ¿Pero... por qué reaccionan? ¿Por qué se asocia a otro átomo?
Es porque está buscando llegar a la configuración... bueno te explico.
- 1748Entrevistador: En eso estamos.
- 1749Alumna: De un gas raro más cercano, viste. Según el período que esté va a haber un gas raro más cercano a eso. Que tiene, se llama, sus orbitales completos, o sea, tiene ocho electrones. Digamos el último orbital está completo, con ocho. Entonces generalmente se dice que se busca que el oxígeno que tiene sus electrones tenga ocho electrones para ser estable.
El gas raro es estable porque no reacciona con nada.
Entonces cuando se juntan dos átomos de oxígeno con seis electrones cada uno. Un átomo le va a pedir al núcleo de al lado dos electrones pero el otro también le va a pedir dos electrones y vamos a tener un enlace.
- 1750Entrevistador: Sí, sí puedes dibujar.
- 1751Alumna: Tenemos dos átomos de oxígeno con seis electrones cada uno (la alumna vuelve a explicar la teoría del octeto en la formación de la molécula de oxígeno, al final reitera que “se forma un gas estable”).
- 1752Entrevistador: Representa una molécula de agua.
- 1753Alumna: (dibuja) el hidrógeno tiene un solo electrón, el oxígeno tiene seis... ¿A ver cómo eran las uniones acá?
- 1754Entrevistador: ¿Pero sería una explicación como la del oxígeno?
- 1755Alumna: Sí.
- 1756Entrevistador: ¿Esto sería el agua líquida, sólida o gaseosa?
- 1757Alumna: No sabemos, generalmente cuando se forma a temperatura ambiente es líquida?
- 1758Entrevistador: ¿La representación sería igual en cualquiera de los tres casos?
- 1759Alumna: Sí. Porque el compuesto cuando se forma los átomos se unen siempre igual para formar el agua. El estado va a depender, no de cómo se junten sino de la temperatura y las condiciones.
- 1760Entrevistador: ¿Y la relación entre esos átomos en la molécula no va a cambiar porque sean sólidos, líquidos o gases?
- 1761Alumna: Claro, ahora si ya entramos en que queremos romper estos enlaces eso ya es cuestión de radiación o de otras reacciones que hagan que esto se rompa para liberar hidrógeno por ejemplo, o para liberar oxígeno.
- 1762Entrevistador: ¿Entre dos moléculas de agua hay interacción?
- 1763Alumna: Si es un gas generalmente lo que pasa entre los gases es que tienen muy poca atracción entre moléculas. Pero existe una mínima atracción.
- 1764Entrevistador: Existen fuerzas de atracción. ¿Y en un líquido?
- 1765Alumna: en un líquido la atracción va a ser mayor y en un sólido más todavía.
- 1766Entrevistador: O sea, que siempre hay fuerzas de atracción entre las moléculas de agua y estas se incrementan del gas al líquido y de éste al sólido. ¿Sería así?
- 1767Alumna: Sí.
- 1768Entrevistador: ¿Entre dos moléculas de oxígeno existen fuerzas?
- 1769Alumna: También.
- 1770Entrevistador: ¿Y esas fuerzas son de atracción o de repulsión entre las moléculas?

- 1771 Alumna: Van a ser de atracción, pero llega un momento en que se repelen, se van a repeler y se van a atraer.
- 1772 Entrevistador: ¿Las dos cosas a la vez?
- 1773 Alumna: Las dos cosas. La distancia que va a haber entre esas dos moléculas va a ser en respuesta a esas dos fuerzas, la de atracción y la de repulsión. Porque sino dos moléculas de gas que se empiezan a juntar y a juntar se unirían
- 1774 Entrevistador: Claro.
- 1775 Alumna: Y no, llega un momento que se mantienen separadas por esa repulsión que hay.
- 1776 Entrevistador: El cloruro de sodio se forma a partir de los elementos cloro y sodio. ¿Qué crees que pasó para que el átomo de cloro y el átomo de sodio formen cloruro de sodio?
- 1777 Alumna: El sodio va a tener cargas positivas y el cloro cargas negativas. El sodio tiene la cantidad de electrones que necesita el cloro para llegar al gas más cercano.
- 1778 Entrevistador: ¿Cómo llegan a tener esas cargas los átomos? ¿Las cargas son anteriores a la formación de esto?
- 1779 Alumna: Sí. Según cómo se las ubique en la tabla. El sodio está a la izquierda y el cloro a la derecha. El sodio tiene mayor probabilidad de ceder un electrón que de ganar un electrón. El cloro va a tener mayor posibilidad de ganar cargas positivas que de perderlas. El sodio, que tiene cargas positivas, va a tender a perder sus cargas negativas. O sea, que va a estar en busca de cargas negativas. Y el cloro, que es negativo, no va a perder sus cargas negativas.
- 1780 Entrevistador: ¿Y los átomos son así?
- 1781 Alumna: Claro, el cloro va a tender a ganar cargas.
- 1782 Entrevistador: ¿Más de las que tiene?
- 1783 Alumna: ...¿Cómo más de las que tiene?
- 1784 Entrevistador: Y, ahí ya tiene una.
- 1785 Alumna: Claro, tiene una negativa porque gana electrones. Este (por el sodio) tiende a perderlos, y este (por el cloro) tiende a ganarlos.
- 1786 Entrevistador: ¿Y de ahí sacaron las cargas?
- 1787 Alumna: Las cargas que tienen.
- 1788 Entrevistador: ¿Esa carga negativa significa qué?
- 1789 Alumna: Qué ganó un electrón.
- 1790 Entrevistador: ¿Y a quién se lo habría sacado?
- 1791 Alumna: A este que perdió un electrón.
- 1792 Entrevistador: Ah, ¿o sea, que la formación de las cargas se hace al mismo tiempo o antes de la formación del cloruro de sodio?
- 1793 Alumna: Eh...
- 1794 Entrevistador: ¿Ya vienen los átomos con carga o se hace cuando se forma el cloruro de sodio?
- 1795 Alumna: No, fue para... generalmente para que algo se forme tiene que estar en solución.
- 1796 Entrevistador: ¿Y se forman moléculas de cloruro de sodio como de oxígeno?
- 1797 Alumna: Sí.
- 1798 Entrevistador: ¿Y hay interacciones entre ellas como en el oxígeno?
- 1799 Alumna: Sí, siempre hay.
- 1800 Entrevistador: Bien, terminamos. Muchas gracias.

Alumno: Emiliano Arredondo

Edad: 19 años

Actividad en la facultad: cursa Química Inorgánica

1801Entrevistador: En el siguiente esquema la X representa átomos de un elemento.
¿Qué conclusiones te sugiere la siguiente representación?

1802Alumno: Hubo un enlace.

1803Entrevistador: ¿Qué pasó entre los átomos para que haya un enlace?

1804Alumno: Y, puede que haya una fuente de alta tensión y esto, o sea, y haya tres átomos con carga positiva y otros tres con carga negativa.

1805Entrevistador: Ajá. Tendrían que haber adquirido cargas los átomos para que se enlazaran.

1806Alumno: Claro, sí. (el alumno dice algo más que no se percibe muy bien en la grabación).

1807Entrevistador: No, es lo que vos pienses. Si me interesara lo que piensan los profesores le haría la entrevista a ellos.

En el siguiente esquema A y B representan átomos de dos elementos diferentes.
¿Qué conclusiones te sugiere el siguiente esquema?

1808Alumno: Lo mismo que la anterior.

1809Entrevistador: ¿También se formó un enlace aquí?

1810Alumno: Claro, enlace, pienso. ¿Son átomos, no pueden ser moléculas?

1811Entrevistador: No, son átomos.

1812Alumno: Átomos... Sí también un enlace, un enlace covalente.

1813Entrevistador: ¿Y por qué?... ¿Perdón pero en este (por la representación que se le enseñó y señalando uno de los átomos) también este átomo adquirió carga?

1814Alumno: No, para mí que en este no. En el primer esquema tenían cargas y en el segundo no.

1815Entrevistador: ¿Y vos me podrías explicar por qué en un caso los átomos tienen cargas y se forman enlaces y en otro no tienen cargas y se forman enlaces?

1816Alumno: Y aquí podría ser una mezcla de sustancias.

1817Entrevistador: O sea, que si son todos átomos iguales para que se enlacen tendrían que adquirir cargas. ¿Está bien mi conclusión sobre los que vos dijiste?

1818Alumno: Claro, sí.

1819Entrevistador: Y si ya son átomos diferentes no sería condición para enlazarse las cargas.

1820Alumno: Claro.

1821Entrevistador: ¿O sea, que cuando adquieren cargas serían como una atracción electrostática?

1822Alumno: Claro. En un enlace iónico se unen por la cantidad de cargas. ¿Y acá en el enlace covalente, no sé si sabes algo de estructura atómica?

1823Entrevistador: No, puedes explicarme con total tranquilidad todo lo que quieras.

1824Alumno: Me puedo explicar si quiero. Un átomo puede tener en su última capa, si está completa, ocho electrones.

1825Entrevistador: Aja.

- 1826Alumno: Supongamos que está incompleta, supuestamente este A tiene seis electrones y este B tiene dos y entonces se enlaza porque se completa y forman otra sustancia.
- 1827Entrevistador: ¿Y ahí forman ese enlace covalente que dijiste vos?
- 1828Alumna: Claro, y este puede tener A cinco y B tres y se enlazan.
- 1829Entrevistador: ¿Por qué todos tienen que sumar ocho?
- 1830Alumno: O sea, para que sea estable.
- 1831Entrevistador: ¿Qué el ocho es un número estable?
- 1832Alumno: Es la condición del enlace covalente, se llama regla del octeto. La regla del octeto dice que tienen que completar ocho electrones en el último nivel.
- 1833Entrevistador: ¿Y los que se unen por enlace iónico no la cumplen? ¿Para eso no es condición la del octeto?
- 1834Alumno: ...Creo, creo que no.
- 1835Entrevistador: Vos en un momento me dijiste... si fueran moléculas. ¿Qué habría cambiado aquí si fueran moléculas?
- 1836Alumno: No, no nada.
- 1837Entrevistador: Si **O** y **•** representan átomos de distintos elementos. ¿Qué conclusiones te sugieren los siguientes dibujos? Enseña el dibujo 3-1.
- 1838Alumno: Que es otro enlace covalente. El grande es un átomo que tiene seis electrones en su última capa y se une con un átomo que tiene dos electrones.
- 1839Entrevistador: Enseñando el dibujo 3-2.
- 1840Alumno: Desde el punto de vista de lo que estamos hablando puede ser un átomo grande con un radio mayor.
- 1841Entrevistador: ¿Y habría algún enlace entre estos átomos?
- 1842Alumno: Creo que sí, por que no.
- 1843Entrevistador: Enseña el dibujo 3-3.
- 1844Alumno: No, parece una célula con cromosomas.
- 1845Entrevistador: Enseña el dibujo 3-4.
- 1846Alumno: Un átomo con carga negativa y un átomo con carga positiva. El que tiene carga negativa es más grande porque si tiene carga negativa se agregó un electrón y aumenta el radio. Este chiquito se le saca un electrón que son negativos y disminuye el radio.
- 1847Entrevistador: Enseñando el dibujo 3-5.
- 1848Alumno. Nada.
- 1849Entrevistador: El oxígeno es una molécula biatómica (formada por dos átomos). ¿Qué crees que pasa cuando a partir de dos átomos de oxígeno se forma una molécula?
- 1850Alumno: Y, se unieron. Porque el oxígeno no se encuentra en la naturaleza solo, es inestable.
- 1851Entrevistador: ¿Y cómo se unieron?
- 1852Alumno: Y por un enlace... covalente.
- 1853Entrevistador: ¿Y qué pasa, que hacen los átomos en los enlaces covalentes?
- 1854Alumno: Se comparten los electrones y en los iónicos, como el primero (se refiere al primer esquema de la entrevista donde los átomos se representaban por una letra X) se ceden.
- 1855Entrevistador: Y si yo tuviera varias moléculas de oxígeno. ¿Entre esas moléculas habría alguna interacción? ¿Pasaría algo entre esas dos moléculas de oxígeno?
- 1856Alumno: Y no, están dispersas. No se unen.

- 1857Entrevistador: ¿No hay interacción?
- 1858Alumno: Hay mucha... es un gas.
- 1859Entrevistador: ¿No hay fuerzas entre las moléculas?
- 1860Alumno: ¿Gaseosas? Sí, si hay fuerzas.
- 1861Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 1862Alumno: De repulsión.
- 1863Entrevistador: ¿Y entre dos átomos de oxígeno que forman una molécula, hay fuerzas?
- 1864Alumno: Sí, de atracción.
- 1865Entrevistador: O sea, que los dos átomos se atraen entre sí en la molécula y las moléculas entre sí se repelen.
- 1866Alumno: Claro.
- 1867Entrevistador: Podrías dibujar una molécula de agua.
- 1868Alumno: ¿Cómo, un enlace?
- 1869Entrevistador: No sé, vos hacela como quieras.
- 1870Alumno: (dibuja)
- 1871Entrevistador: ¿Eso sería el agua sólida, líquida o gaseosa?
- 1872Alumno: Líquida.
- 1873Entrevistador: ¿Y si fuera agua gaseosa, cambiaría la representación o sería lo mismo?
- 1874Alumno: Lo mismo.
- 1875Entrevistador: ¿Y en el agua en estado sólido, el hielo, la representación de la molécula de agua sería la misma?
- 1876Alumno: Sí. Lo que cambiaría es la temperatura a la que se encuentra.
- 1877Entrevistador: ¿Pero la representación de la molécula no?
- 1878Alumno: Sí, pienso que sería la misma.
- 1879Entrevistador: ¿Estas rayitas representan qué cosa?
- 1880Alumno: Enlaces.
- 1881Entrevistador: ¿Y los enlaces que existen en el agua sólida, líquida o gaseosa en una molécula cambian o no?
- 1882Alumno: No.
- 1883Entrevistador: Sigue siendo lo mismo.
- 1884Alumno: Sí.
- 1885Entrevistador: ¿Hay fuerzas entre estos átomos?
- 1886Alumno: Sí.
- 1887Entrevistador: ¿Esas fuerzas son de atracción o de repulsión?
- 1888Alumno: De atracción.
- 1889Entrevistador: Si tuviera varias moléculas de agua líquida, ¿entre esas moléculas hay alguna relación?
- 1890Alumno: Sí...
- 1891Entrevistador: ¿Hay fuerzas?
- 1892Alumno: Sí, están más juntas en un líquido que en un gas.
- 1893Entrevistador: ¿Y esas fuerzas son de atracción o de repulsión?
- 1894Alumno: Tiene de atracción y pienso que también de repulsión.
- 1895Entrevistador: ¿Hay de los dos tipos de fuerza, de atracción y de repulsión?
- 1896Alumno: No, de atracción.
- 1897Entrevistador: ¿Y si fuera agua sólida, entre las moléculas... ?
- 1898Alumno: Estarían más unidas.

- 1899Entrevistador: ¿Qué habría aumentado la fuerza?
- 1900Alumno. Sí.
- 1901Entrevistador: Y si yo tuviera agua gaseosa, entre las moléculas de agua, hay fuerzas, hay alguna relación entre ellas?
- 1902Alumno: ...
- 1903Entrevistador: Por ejemplo en el vapor de agua.
- 1904Alumno: Claro, las moléculas chocan... Las fuerzas, o sea, están, no es que tienen fuerzas de atracción, están libres y dispersas por todos lados y cuando se encuentran se chocan y se repelen.
- 1905Entrevistador: ¿Pero habría fuerzas como en el líquido o no?
- 1906Alumno: No, fuerzas de repulsión.
- 1907Entrevistador: Como en el oxígeno gaseoso entonces.
- 1908Alumno: Sí.
- 1909Entrevistador: Supongamos que tengo un átomo de cloro un átomo de sodio. Y se formó cloruro de sodio. ¿Qué pasó para que esos átomos se unieran y formaran el cloruro de sodio?
- 1910Alumno: Un enlace iónico.
- 1911Entrevistador: ¿Y cómo se hace eso, qué pasó ahí para que sea un enlace iónico?
- 1912Alumno: Y el cloro tendría que tener una carga negativa y el sodio una carga positiva
- 1913Entrevistador: ¿Y cómo la adquieren? ¿Qué, ya vienen así con la carga los átomos?
- 1914Alumno: No.
- 1915Entrevistador: ¿Es algo que pasa ahí cuando se van a unir o es algo que ya viene hecho lo de las cargas?
- 1916Alumno:...¿Puedo escribir? Yo tendría cloro, así (el alumno escribe la reacción de formación del cloruro de sodio a partir de sus elementos).
- 1917Entrevistador: Es una molécula diatómica, eso sé.
- 1918Alumno: ¿Segura que no sabe nada de química?
- 1919Entrevistador: Y... que hay moléculas diatómicas, los átomos tienen protones y electrones...
Esto tiene una carga positiva (por el sodio) y esto una negativa (por el cloro), acá no se las dibujaste.
- 1920Alumno: O sea, que no me acordaba pero ahora me acordé. Los enlaces iónicos también cumplen la regla del octeto.
- 1921Entrevistador: ¿Tenemos que contar ocho nuevamente?
- 1922Alumno: Hay excepciones. Acá tiene siete electrones y el sodio tiene un electrón. El sodio le cede un electrón al cloro.
- 1923Entrevistador: Ah, ¿y ahí adquiere la carga?
- 1924Alumno: No, no adquiere la carga, se enlaza.
- 1925Entrevistador: ¿Cuándo adquieren la carga positiva y negativa estos dos átomos?
- 1926Alumno: Y, si con alguna fuerza que... para...
- 1927Entrevistador: ¿Cuándo este le da, qué le da al otro?
- 1928Alumno: Primero adquieren las cargas. Si a este le sacamos un electrón va a quedar con una carga positiva. Y si a este le agregamos un electrón va a quedar con una carga negativa.
- 1929Entrevistador: ¿Y después se atraen?
- 1930Alumno: Me parece que sí.

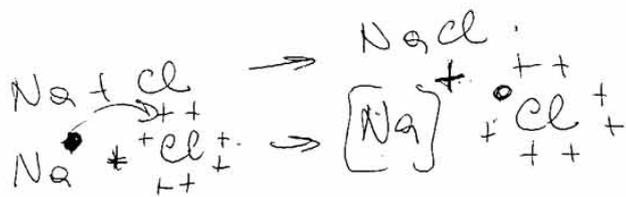
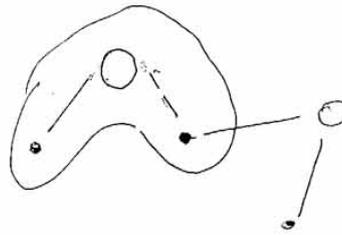
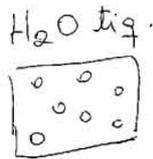
- 1931Entrevistador: ¿Y si tuviera distintos cloruros de sodio. ¿Habría relación entre ellos?
- 1932Alumno: Un grano de sal.
- 1933Entrevistador: ¿Habría fuerzas?
- 1934Alumno: Sí.
- 1935Entrevistador: ¿De atracción o de repulsión?
- 1936Alumno: Sería, si están atraídas un granito de sal sólido.
¿Para qué es esto?
- 1937Entrevistador: Esto es una investigación pero tiene que ver con mejorar la enseñanza de química. Es una investigación de didáctica, no de química.
- 1938Alumno: ¿Para la facultad, la universidad?
- 1939Entrevistador: La cátedra ofreció pasantías en investigación. Vos presentas un proyecto y hacés la pasantía.
- 1940Alumno: Sos investigadora.
- 1941Entrevistador: No, no. Yo no trabajo en la facultad, estaba haciendo una maestría en didáctica. No doy clase en la facultad, ni soy profesora de la cátedra ni nada. Ni siquiera investigo que saben ustedes de química, a mi no me interesa. Se trata de saber cuales son las ideas que ustedes tienen, nada más.
Bueno espero no haberte hecho perder mucho tiempo, gracias.

Entrevista 1: Paolo Conti



Entrevista 2: Yamila

YAMILA: H₂O.



Entrevista 3: Emanuel Borroni

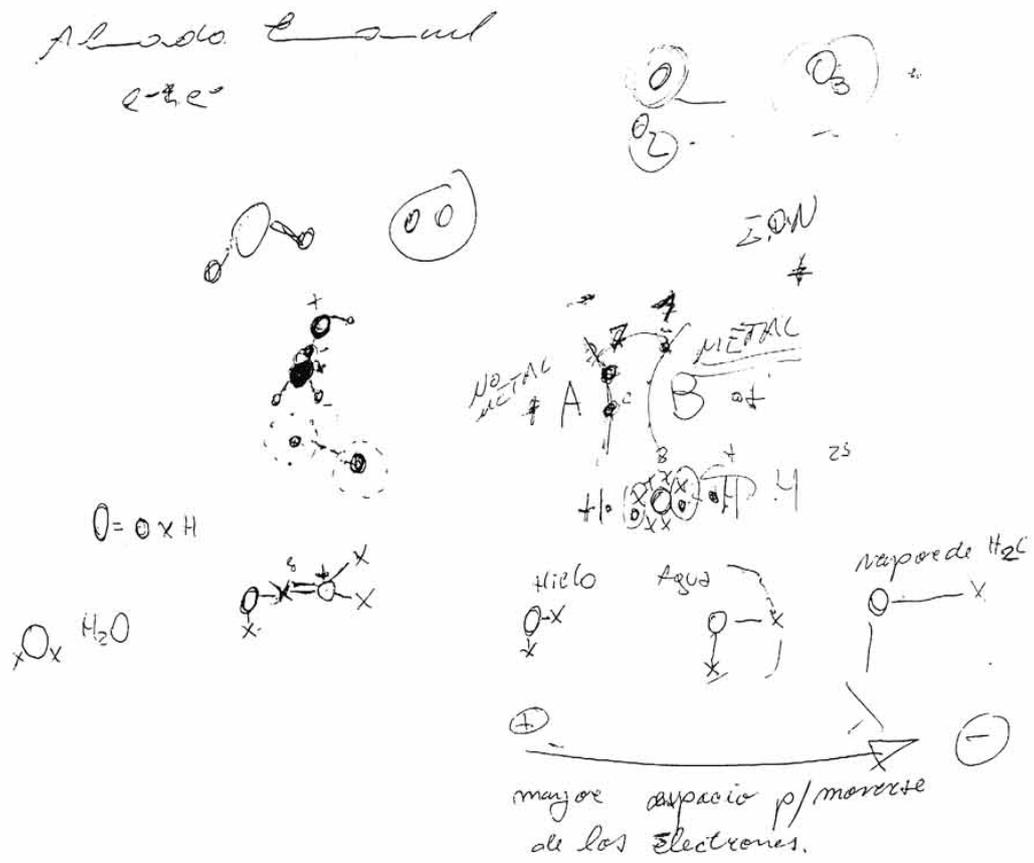
Emanuel Borroni



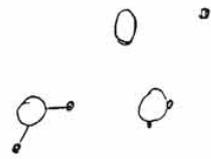
Entrevista 4: Tedy Gusmán



Entrevista 5: Emanuel Almada



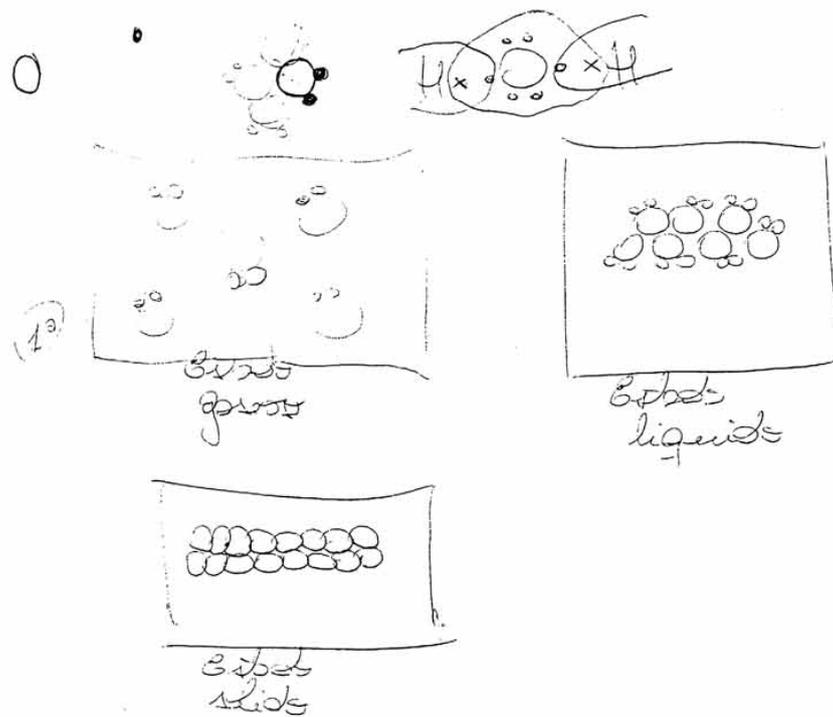
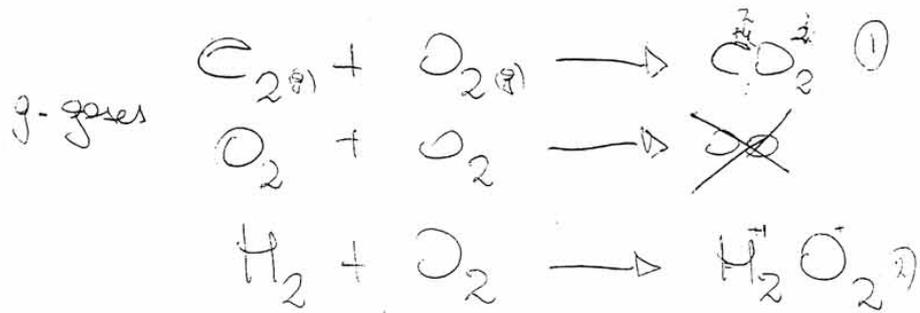
Entrevista 6: Mariana Ferrari



XXXX
XXXX
XXXX

(4)

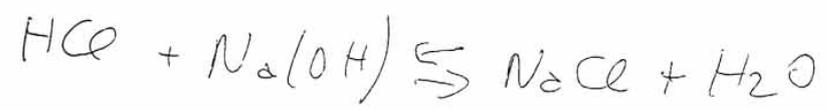
Entrevista 7: Gustavo Goncalves



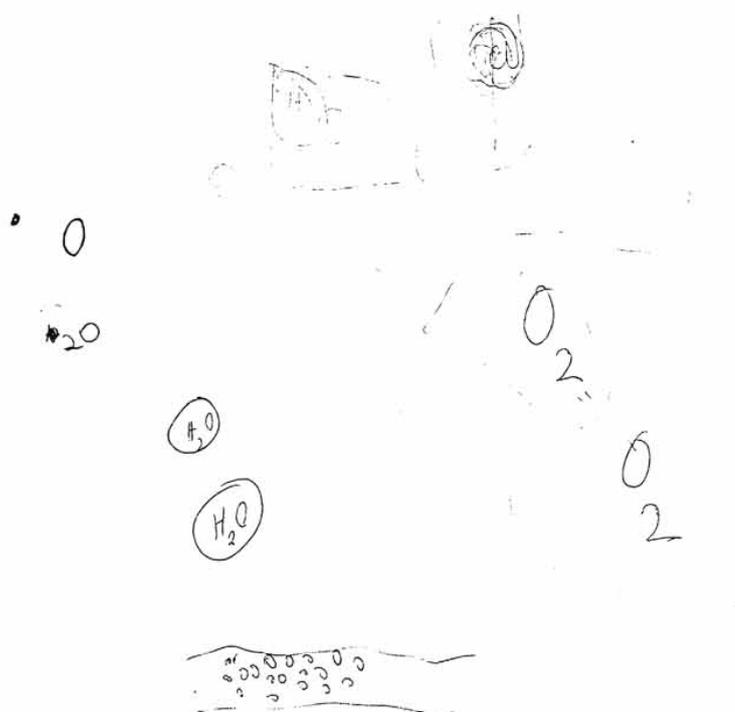
Entrevista 8: Georgina Galli



Entrevista 9: Uriel Reisenstadt

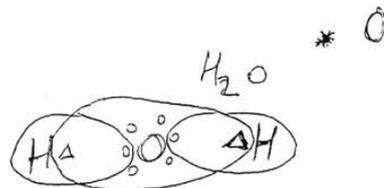
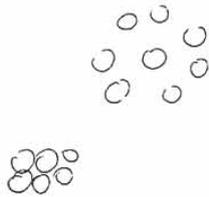
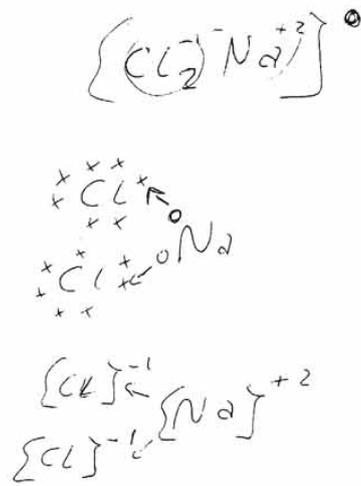
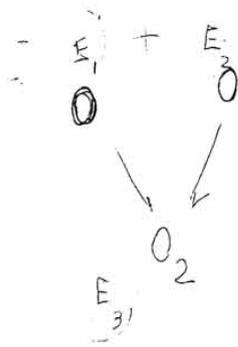


Entrevista 10: Luciano Scalzo



Entrevista 11: Flavio Olmedo

Flavio Olmedo



Entrevista 12: Carlos Furió

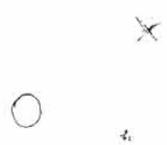
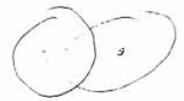


Entrevista 13: Geraldina



Entrevista 14: Patricio Quarim

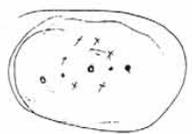
Pregunta 3.



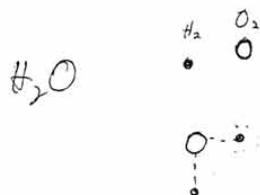
4



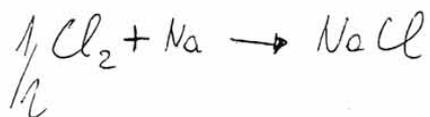
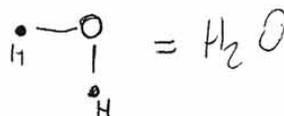
H



Entrevista 17: Laura Fox



Entrevista 18: Emiliano Arredondo



Entrevista 15: Noelia Gonzales



Entrevista 16: Martín Rodriguez



Ideas Previas en el Nivel 17-19 Referidas a los Enlaces Químicos

Apéndice III
Intentos del Instrumento de Evaluación

Apéndice III**Primer Intento del Instrumento de Evaluación**

Encuesta de Opinión

El cuestionario que te presentamos no es de modo alguno una evaluación para las cátedras de Química. Si te pedimos que nos ayudes respondiéndolo es porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te rogamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor, por favor no los omitas.

Sexo..... Edad: Año de Ingreso:

Materia que cursas..... Carrera:

En la escuela media diste alguna vez química:

¿Cuántos años?

Terminalidad con la que egresaste de la escuela media (secundario):

Muchas gracias por tu colaboración.

_____ o _____

1. Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde X representa a átomos de un mismo elemento, suponiendo que el mismo sufra una **Transformación espontánea**. ¿Cuál o cuáles de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?

a-

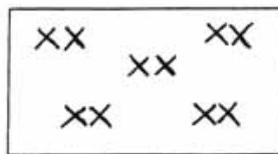
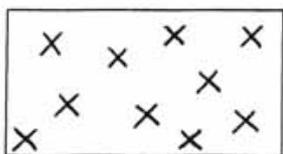
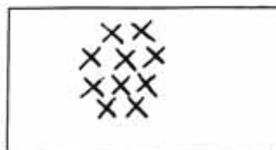


Figura 1

b-



2- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno al estado final que elegiste (o estados finales)?

a- Cambio de estado de agregación ¿Qué cambio es?.....

b- Enlace químico.

c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem **a** pasa a la pregunta 4; si elegiste el ítem **b** pasa a la pregunta 3 y si elegiste el ítem **c** pasa a la pregunta 4.

3-

3.1- En tal enlace:

a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.

b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.

c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse.

3.2- ¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es imprescindible alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál.

a- Chispa eléctrica.

b- Calentar

c- Ionizar

d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.

e- Nada.

f- Otros (acláranos que debería pasar).....

Explicanos con tus palabras tu respuesta

.....

3.3- Si pones en contacto en un recipiente átomos de un mismo elemento (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?

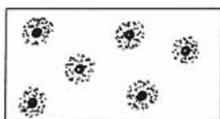
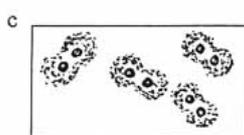
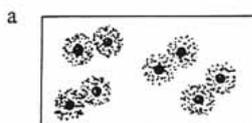


Figura 1



5.3- Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo); ¿Cuál crees tu que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?

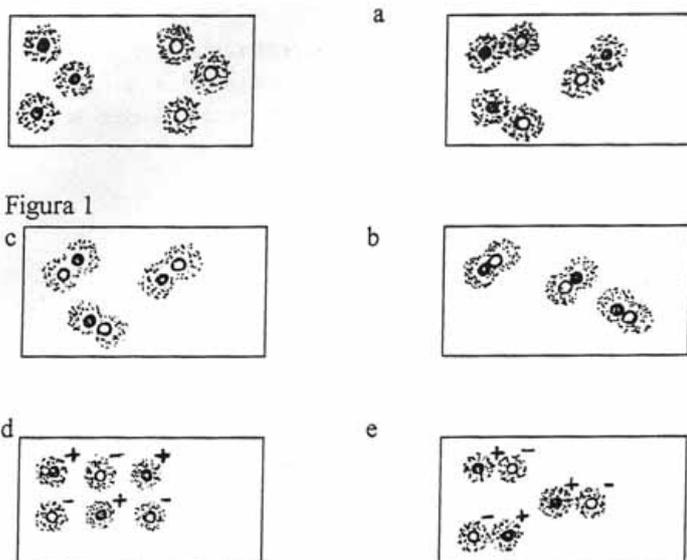


Figura 1

6- El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo. ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?

- a- Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.
- c- Forman una red cristalina iónica.
- d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple cediéndole sus electrones.

8.- a) Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tacha lo que no corresponda)

b) Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente)

c) Para formar dicha molécula los átomos (deben - no deben) adquirir cargas de distinto signo.

d) Todo lo antes dicho (puede ocurrir - no puede ocurrir) espontáneamente, ya que el sistema (evoluciona solo - debe recibir energía).

9.- Responde con Verdadero o Falso

a- Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.

b- Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.

c- Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones.

d- En una molécula de oxígeno predominan las fuerzas de atracción entre los átomos que la forman.

e- Entre distintas moléculas de oxígeno predominan las fuerzas de repulsión.

12.- El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

¿Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?

.....
.....

Apéndice IIISegundo Intento del Instrumento de Evaluación

Encuesta de Opinión

El cuestionario que te presentamos no es de modo alguno una evaluación para las cátedras de Química. Si te pedimos que nos ayudes respondiéndolo es porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te rogamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor, por favor no los omitas.

Sexo..... Edad: Año de Ingreso:

Materia que cursas..... Carrera:

En la escuela media diste alguna vez química:

¿Cuántos años?

Terminalidad con la que egresaste de la escuela media (secundario):

Muchas gracias por tu colaboración.

_____ o _____

1. La figura 1 es un sistema donde X representa átomos de un mismo elemento. Suponiendo que ocurra una **Transformación espontánea**. ¿Cuál o cuáles de las siguientes figuras “a o b” crees tú que sería la representación final del mismo?

a-

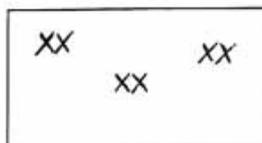
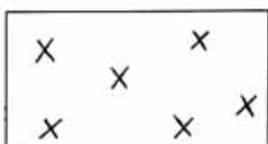
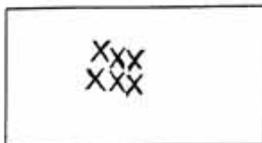


Figura 1

b-



Respuesta:

2- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno del ítem anterior al estado final que elegiste (o estados finales)? (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Cambio de estado de agregación ¿Qué cambio es?.....

b- Enlace químico.

c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem **a** pasa a la pregunta 4; si elegiste el ítem **b** pasa a la pregunta 3 y si elegiste el ítem **c** pasa a la pregunta 4.

3- 3.1- En el enlace que tu crees ocurrió en 2-b: (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.

b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.

c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieran o no cargas para unirse.

3.2- ¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es imprescindible alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál. (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Chispa eléctrica.

b- Calentar

c- Ionizar

d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.

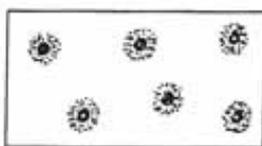
e- Nada.

f- Otros (acláranos que debería pasar).....

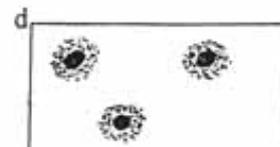
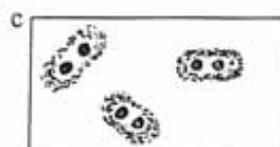
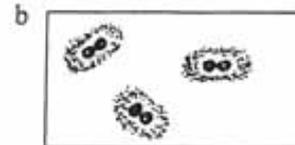
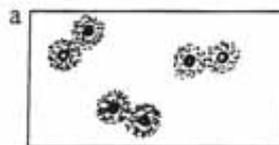
Explícanos con tus palabras tu respuesta

.....

3.3- Si pones en contacto en un recipiente átomos de un mismo elemento (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



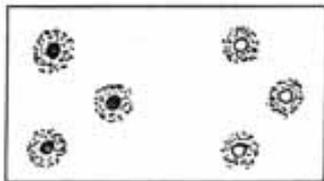
Dibujo 1



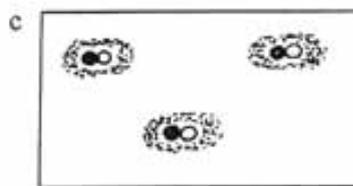
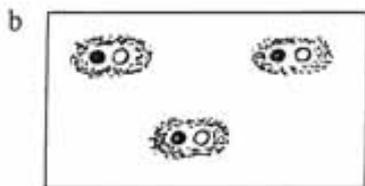
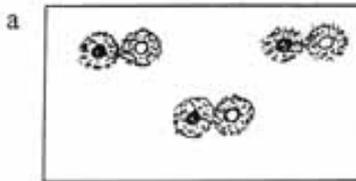
Respuesta:

Explicanos tu opción

6.3- Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo); ¿Cuál crees tu que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



Dibujo 1



Respuesta:

Explicanos tu opción:

.....

Si crees que ninguna de estas opciones corresponde a una respuesta correcta haz tu propia representación y explicala.



Representación

.....

7.- El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal? (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.

b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.

c- Forman una red cristalina iónica.

d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.

8.- a) Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tachar lo que no corresponda)

b) Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente)

- c) Para formar dicha molécula los átomos (deben - no deben) adquirir cargas de distinto signo.
- d) Todo lo antes dicho (puede ocurrir - no puede ocurrir) espontáneamente, ya que el sistema (evoluciona solo - debe recibir energía).

9.- Responde con Verdadero o Falso

- a- Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.
- b- Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.
- c- Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones.
- d- En una molécula de oxígeno predominan las fuerzas de atracción entre los átomos que la forman.
- e- Entre distintas moléculas de oxígeno predominan las fuerzas de repulsión.

10.- El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico.

.....

.....

11.- Ya sabes que existen distintos tipos de enlaces químicos: iónicos – covalente – metálico. Respecto a ello responde tachando lo que no corresponda.

- El enlace iónico es (mas fuerte – mas débil) que el covalente.
- En el enlace iónico (existen – no existen) fuerzas.
- En el enlace covalente (existen – no existen) fuerzas.

Apéndice III

Tercer Intento del Instrumento de Evaluación

Encuesta de Opinión

El cuestionario que te presentamos no es de modo alguno una evaluación para las cátedras de Química. Si te pedimos que nos ayudes respondiéndolo es porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te rogamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor, por favor no los omitas.

Sexo..... Edad: Año de Ingreso:

Materia que cursas..... Carrera:

En la escuela media diste alguna vez química:

¿Cuántos años?

Terminalidad con la que egresaste de la escuela media (secundario):

Muchas gracias por tu colaboración.

_____ o _____

1. La figura 1 es el estado inicial de un sistema, donde X representa átomos de un mismo elemento. Suponiendo que ocurra una **Transformación espontánea**. ¿Cuál o cuáles de las siguientes figuras “a o b” crees tú que sería la representación final del mismo?

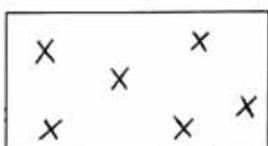
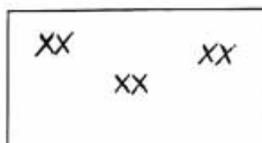
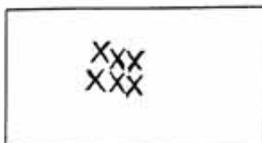


Figura 1

a-



b-



Respuesta:

2- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno del ítem anterior al estado final (o los estados finales) que elegiste? (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Cambio de estado de agregación ¿Qué cambio es?.....

b- Enlace químico.

c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem “ **a** ” pasa a la pregunta 4; si elegiste el ítem “ **b** ” pasa a la pregunta 3 y si elegiste el ítem “ **c** ” pasa a la pregunta 4.

3- 3.1- En el enlace que tu crees ocurrió en **2-b**: (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.

b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.

c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse.

3.2- ¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es imprescindible alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál. (marca con una cruz la respuesta correcta)

a- Chispa eléctrica.

b- Calentar

c- Ionizar

d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.

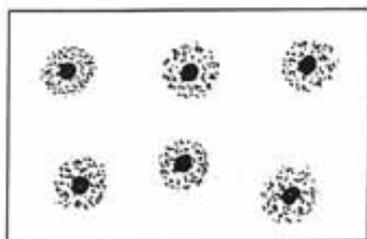
e- Nada.

f- Otros (acláranos que debería pasar).....

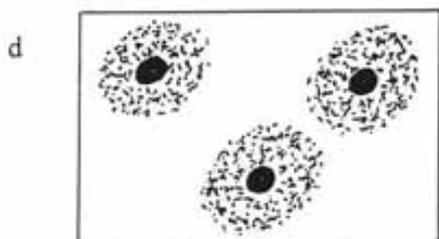
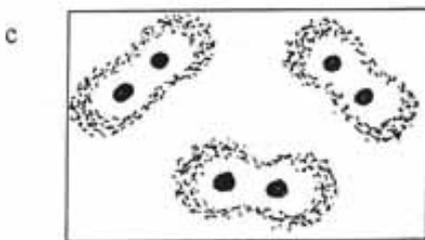
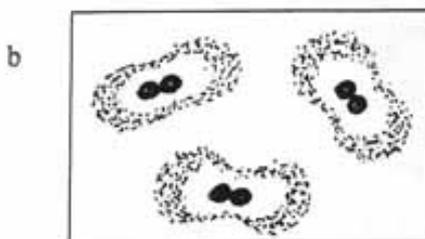
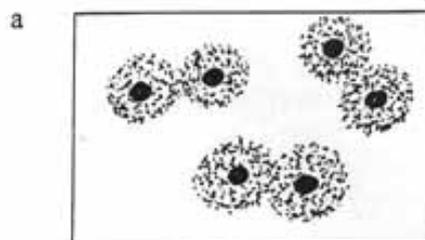
Explícanos con tus palabras tu respuesta

.....

3.3- Si pones en contacto en un recipiente átomos de un mismo elemento (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



Dibujo 1 (situación inicial)



Sigue ahora con la pregunta 4

4- Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál o cuáles de las siguientes crees tu que sería la representación final del mismo?

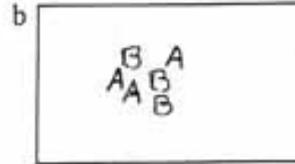
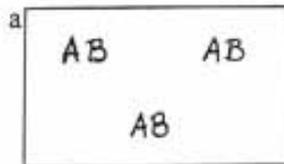
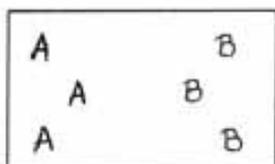


Figura 1

Respuesta:

5- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno al estado final (o los estados finales) que elegiste? (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Cambio de estado de agregación ¿Cuál cambio?.....

 b- Enlace químico.
 c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem **a** pasa a la pregunta 7; si elegiste el ítem **b** pasa a la pregunta 6 y si elegiste el ítem **c** pasa a la pregunta 7.

6- 6.1- En el enlace que tu crees que ocurrió en **5-b**: (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Los átomos de A y B tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.
 b- No es necesario que los átomos de A y B adquieran cargas para unirse.
 c- Depende de cuál sea la identidad de los átomos de A y B para determinar si adquieren o no cargas para unirse.

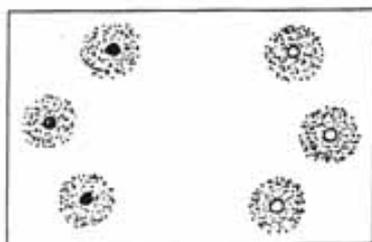
6.2- ¿Crees que para que el enlace químico de tales átomos se produzca es necesaria alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál. (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Chispa eléctrica.
 b- Calentar
 c- Ionizar
 d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.
 e- Nada.
 f- Otros (acláranos que debería pasar).....

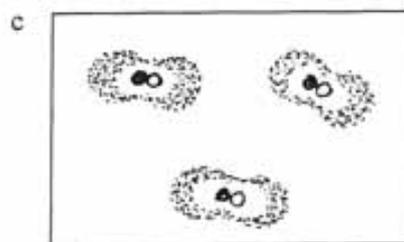
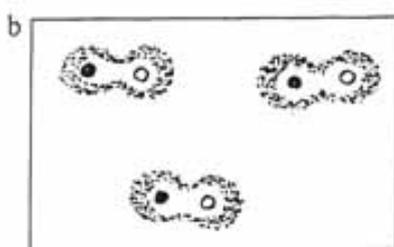
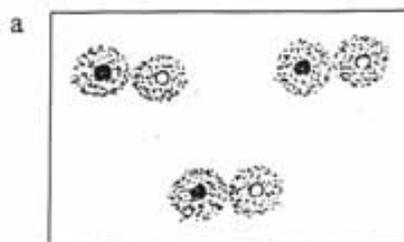
Explícanos con tus palabras tu respuesta

.....

6.3- Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo); ¿Cuál crees tu que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



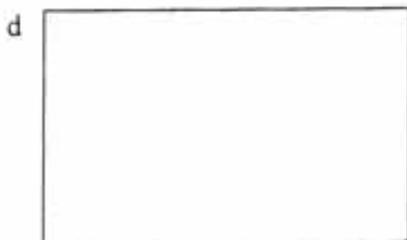
Dibujo 1 (situación inicial)



Respuesta:

Explicanos tu opción:

Si crees que ninguna de estas opciones corresponde a una respuesta correcta haz tu propia representación y explícala.



Representación

.....

Sigue ahora con la pregunta 7

7.- El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal? (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.
- c- Forman una red cristalina iónica.
- d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.

8.- a) Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tachar lo que no corresponda)

b) Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente)

c) Para formar dicha molécula los átomos (deben - no deben) adquirir cargas de distinto signo.

d) Todo lo antes dicho (puede ocurrir - no puede ocurrir) espontáneamente, ya que el sistema (evoluciona solo - debe recibir energía).

9.- Responde con Verdadero o Falso

- a- Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.
- b- Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.
- c- Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones.
- d- En una molécula de oxígeno predominan las fuerzas de atracción entre los átomos que la forman.
- e- Entre distintas moléculas de oxígeno predominan las fuerzas de repulsión.

10.- El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico.

.....

.....

11.- Ya sabes que existen distintos tipos de enlaces químicos: iónicos – covalente – metálico. Respecto a ello responde tachando lo que no corresponda.

- a- El enlace iónico es (mas fuerte – mas débil) que el covalente.
- b- En el enlace iónico (existen – no existen) fuerzas.
- c- En el enlace covalente (existen – no existen) fuerzas.

12. - La notación H₂O se lee “una molécula de agua”. ¿Cómo se lee la notación NaCl?

.....

.....

.....

Apéndice III

Cuarto Intento del Instrumento de Evaluación

Encuesta de Opinión

El cuestionario que te presentamos no es de modo alguno una evaluación para las cátedras de Química. Te pedimos que nos ayudes respondiéndolo porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te rogamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor, por favor no los omitas.

Sexo..... Edad: Año de Ingreso:

Materia que cursas..... Carrera:

En la escuela media diste alguna vez química:

¿Cuántos años?

La escuela media de que egresaste era: Pública Privada (tacha lo que no corresponda)

Terminalidad con la que egresaste de la escuela media (secundario):

Muchas gracias por tu colaboración.

_____ o _____

1. La figura 1 es la representación del estado inicial de un sistema, donde X son átomos de un mismo elemento. Suponiendo que ocurra una **transformación espontánea**. ¿Cuál o cuales de las siguientes figuras “a o b” crees tú que sería la representación final del mismo?

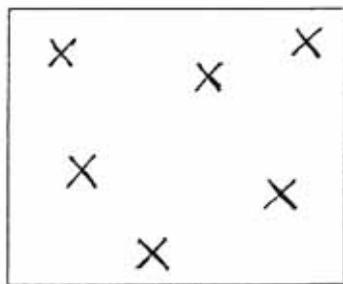
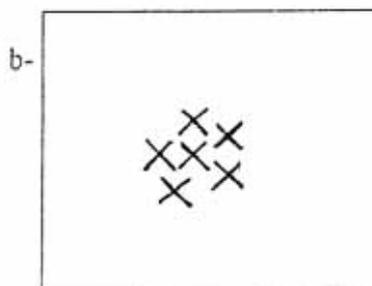
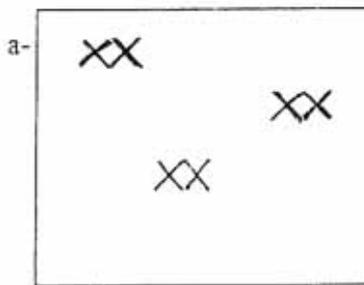


Figura 1 (representación inicial)



Respuesta:

2- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema de la figura uno del ítem anterior a la representación final (o las representaciones finales) que elegiste? (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Cambio de estado de agregación. a.1- ¿Qué cambio es?
-
- b- Enlace químico.
- c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem “ **a** ” pasa a la pregunta 4; si elegiste el ítem “ **b** ” pasa a la pregunta 3 y si elegiste el ítem “ **c** ” pasa a la pregunta 4.

3- 3.1- En el enlace que tú crees ocurrió en **2-b**: (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.
- b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas de distinto signo para unirse.
- c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas de distinto signo para unirse.

3.2- ¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es absolutamente necesaria alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál. (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Chispa eléctrica.
- b- Calentar
- c- Ionizar
- d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.
- e- Nada.
- f- Otros (acláranos que debería pasar).....
-

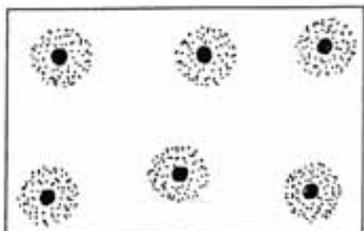
Explicanos con tus palabras tu respuesta

.....

.....

.....

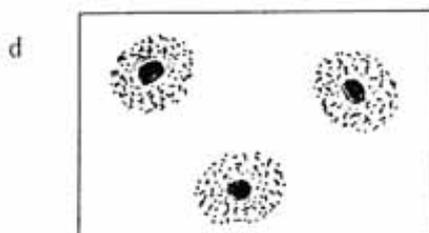
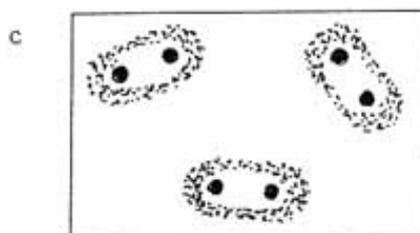
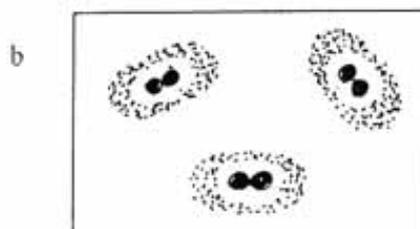
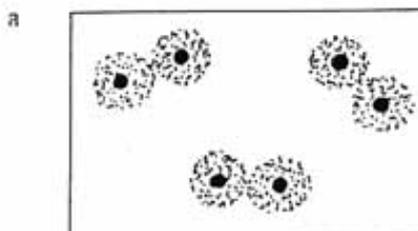
3.3- Si pones en contacto en un recipiente átomos de un mismo elemento (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



Dibujo 1 (situación inicial)

Respuesta:

Explicanos con tus palabras tu respuesta:



Sigue ahora con la pregunta 4

4- Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál o cuales de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?

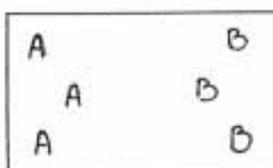
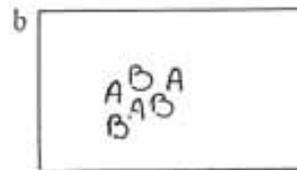
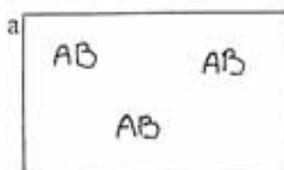
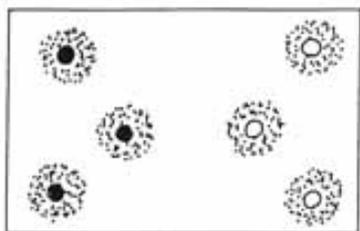


Figura 1

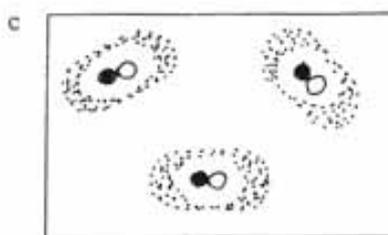
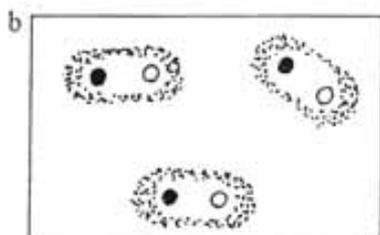
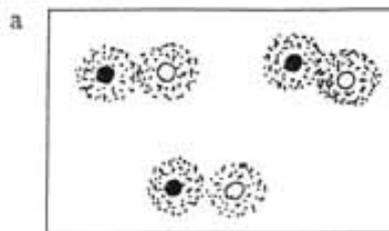
Respuesta:



6.3- Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo); ¿Cuál crees tu que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



Dibujo 1 (situación inicial)

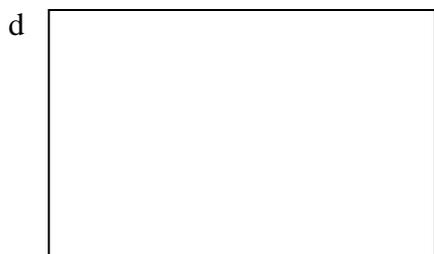


Respuesta:

Explícanos tu opción:

.....

Si crees que ninguna de estas opciones corresponde a una respuesta correcta haz tu propia representación y explícala.



Representación

.....

Sigue ahora con la pregunta 7

7.- El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal? (marca con una cruz la opción correcta)

- a- Porque el yodo es un no metal y el plomo el un metal y es natural que se atraigan.
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.
- c- Forman una red cristalina iónica.
- d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.

8.- a) Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tachar lo que no corresponda)

- b) Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente)
- c) Para formar dicha molécula los átomos (deben - no deben) adquirir cargas de distinto signo.
- d) Todo lo antes dicho (puede ocurrir - no puede ocurrir) espontáneamente, ya que el sistema (evoluciona solo - debe recibir energía).

9.- Responde con Verdadero o Falso

- a- Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.
- b- Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.
- c- Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones.
- d- En una molécula de oxígeno predominan las fuerzas de atracción entre los átomos que la forman.
- e- Entre distintas moléculas de oxígeno predominan las fuerzas de repulsión.

10.- El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

¿Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?

Si No (tacha lo que no corresponda)

Explícanos con tus propias palabras tu respuesta

.....

11.- Ya sabes que existen distintos tipos de enlaces químicos: iónicos – covalente – metálico. Respecto a ello responde tachando lo que no corresponda.

- a- El enlace iónico es (mas fuerte – mas débil) que el covalente.
- b- En el enlace iónico (existen – no existen) fuerzas.
- c- En el enlace covalente (existen – no existen) fuerzas.

12. - La notación H_2O se lee “ una molécula de agua”. ¿Cómo se lee la notación $NaCl$?

.....

Apéndice III

Quinto Intento del Instrumento de Evaluación

Encuesta de Opinión

El cuestionario que te presentamos no es de modo alguno una evaluación para las cátedras de Química. Te pedimos que nos ayudes respondiéndolo porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te rogamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor, por favor no los omitas.

Sexo..... Edad: Año de Ingreso:

Materia que cursas..... Carrera:

En la escuela media diste alguna vez química:

¿Cuántos años?

La escuela media de que egresaste era: Pública Privada (tacha lo que no corresponda)

Terminalidad con la que egresaste de la escuela media (secundario):

Muchas gracias por tu colaboración.

_____ o _____

1. La figura 1 es la representación del estado inicial de un sistema, donde X son átomos de un mismo elemento. Suponiendo que ocurra una **transformación espontánea**. ¿Cuál o cuales de las siguientes figuras “a o b” crees tú que sería la representación final del mismo?

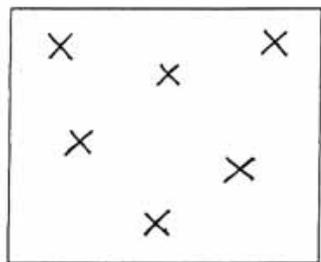
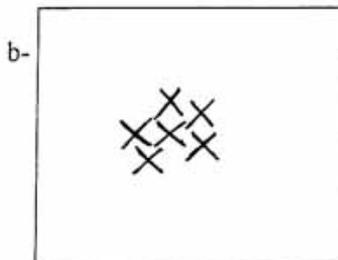
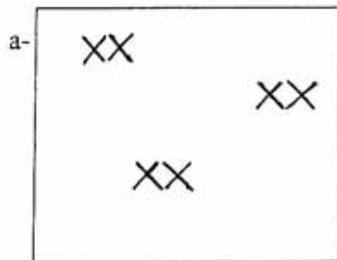


Figura 1 (representación inicial)



Respuesta:

2- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema de la figura uno del ítem anterior a la representación final (o las representaciones finales) que elegiste? (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Cambio de estado de agregación. a.1- ¿Qué cambio es?
-
- b- Enlace químico.
- c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem “ **a** ” pasa a la pregunta 4; si elegiste el ítem “ **b** ” pasa a la pregunta 3 y si elegiste el ítem “ **c** ” pasa a la pregunta 4.

3- 3.1- En el enlace que tú crees ocurrió en **2-b**: (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.
- b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas de distinto signo para unirse.
- c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas de distinto signo para unirse.

3.2- ¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es absolutamente necesaria alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál. (marca con una cruz la respuesta correcta)

- a- Chispa eléctrica.
- b- Calentar
- c- Ionizar
- d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.
- e- Nada.
- f- Otros (acláranos que debería pasar).....
-

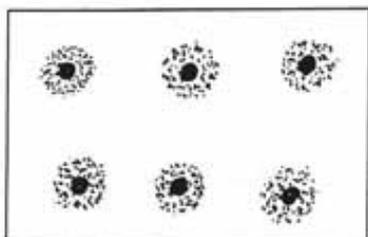
Explicanos con tus palabras tu respuesta

.....

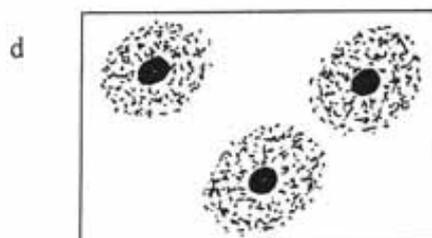
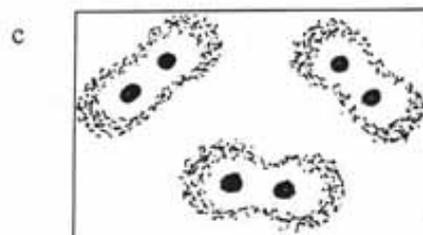
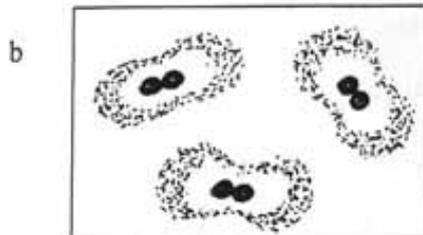
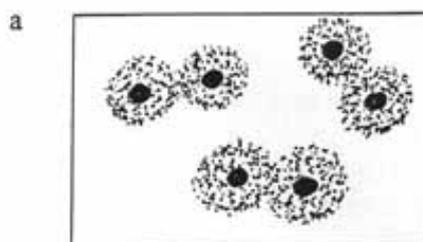
.....

.....

3.3- Si pones en contacto en un recipiente átomos de un mismo elemento (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



Dibujo 1 (situación inicial)



Explicanos con tus palabras tu opción:

.....

Sigue ahora con la pregunta 4

4- Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál o cuales de las siguientes crees tú que sería la representación final del mismo?

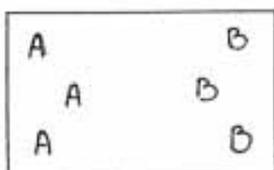
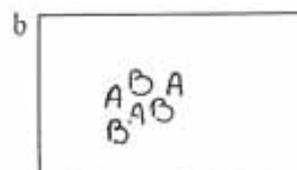
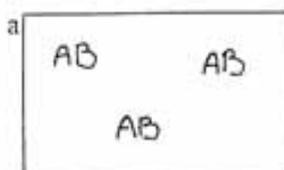
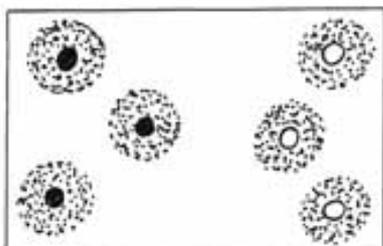


Figura 1

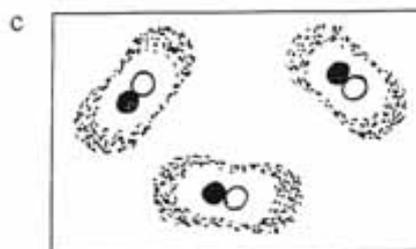
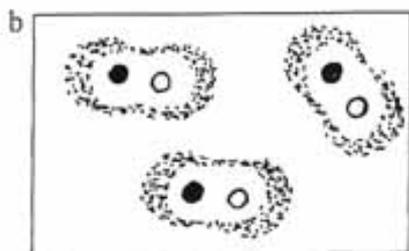
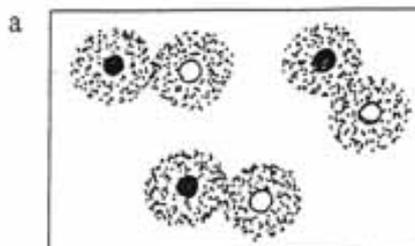
Respuesta:



6.3- Si pones en un recipiente átomos de dos elementos distintos (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos con el círculo central negro representa a átomos de un elemento con su núcleo y cada esfera de puntos con el círculo central blanco representa a átomos de otro elemento distinto con su núcleo) ¿Cuál crees tu que sería la mejor representación de tal sistema luego de una reacción química?



Dibujo 1 (situación inicial)



Respuesta:

Explícanos tu opción:

Si crees que ninguna de estas opciones corresponde a una respuesta correcta haz tu propia representación y explícala.



Representación

.....

Sigue ahora con la pregunta 7

7.- El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo (II). ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal? (marca con una cruz la opción correcta)

- a- Porque el yodo es un no metal y el plomo el un metal y es natural que se atraigan.
- b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.
- c- Forman una red cristalina iónica.
- d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple su misión cediéndole sus electrones.

8.- a) Cuando se forma una molécula de oxígeno a partir de dos átomos ocurre un proceso (físico – químico). (tachar lo que no corresponda)

- b) Para formar dicha molécula los átomos de oxígeno (se suman - se condensan - se agrupan - se enlazan químicamente)
- c) Para formar dicha molécula los átomos (deben - no deben) adquirir cargas de distinto signo.
- d) Todo lo antes dicho (puede ocurrir - no puede ocurrir) espontáneamente, ya que el sistema (evoluciona solo - debe recibir energía).

9.- Responde con Verdadero o Falso

- a- Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.
- b- Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.
- c- Para que dos átomos de elementos diferentes se unan deben siempre primero transformarse en iones de distinto signo.

10.- El diamante (el material más duro que se conoce) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

¿Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico?

Si No (tachar lo que no corresponda)

Explícanos con tus propias palabras tu respuesta

.....

11. - La notación H_2O se lee “ una molécula de agua”. ¿Cómo se lee la notación $NaCl$?

.....

Apéndice III

Cuestionario de Evaluación de las Concepciones Alternativas Referidas a los
Enlaces Químicos

Encuesta de Opinión

El cuestionario que te presentamos no es de modo alguno una evaluación para las cátedras de Química. Si te pedimos que nos ayudes respondiéndolo es porque queremos conocer más sobre tus ideas respecto de tal asignatura.

Es por ello que te rogamos que respondas a cada cuestión de modo sincero y reflejando lo mejor que puedas tus ideas.

La encuesta es anónima, pero necesitamos que nos facilites algunos datos a fin de poder trabajar mejor, por favor no los omitas.

Sexo..... Edad: Año de Ingreso:

Materia que cursas..... Carrera:

En la escuela media diste alguna vez química:

¿Cuántos años?

Terminalidad con la que egresaste de la escuela media (secundario):

Muchas gracias por tu colaboración.

_____ o _____

1. Si tienes un sistema como el de la figura 1 donde X representa a átomos de un mismo elemento, suponiendo que el mismo sufra una **Transformación espontánea**. ¿Cuál crees tú que sea el estado final del mismo?

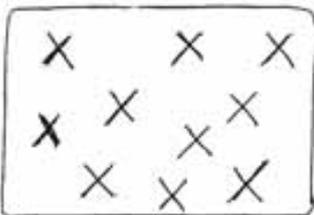
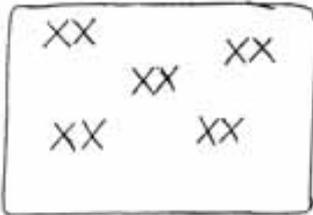
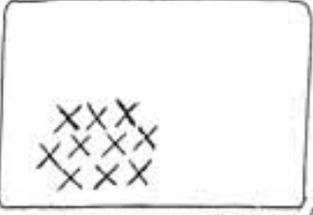


Figura 1

a-



b-



c- otro (en este caso dibújalo)



2- ¿Qué crees que ocurrió a tu criterio en el pasaje espontáneo del sistema uno al estado final que elegiste?

a- Unión entre átomos de X

- b- Cambio de estado.
 c- Otra cosa (acláranos por favor qué)

Si elegiste el ítem “ a ” pasa a la pregunta 3; si elegiste el ítem “ b ” pasa a la pregunta 4 y si elegiste el ítem “ c ” pasa a la pregunta 5.

3-

3.1- En tal unión:

- a- Los átomos de X tienen que adquirir cargas de distinto signo para unirse.
 b- No es necesario que los átomos de X adquieran cargas para unirse.
 c- Depende de cuál sea la identidad de X para determinar si adquieren o no cargas para unirse.

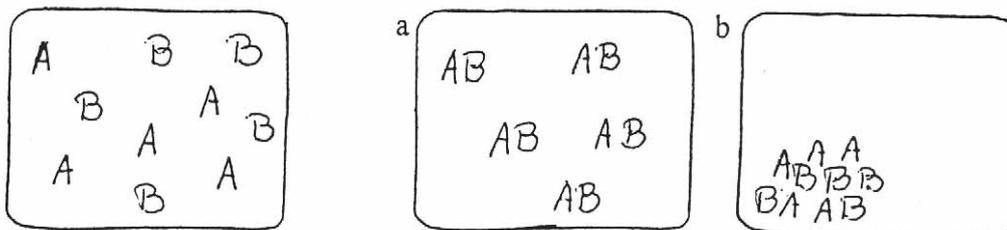
3.2- ¿Crees que para que la unión de tales átomos se produzca es imprescindible alguna de las siguientes condiciones? De ser así por favor indícanos cuál.

- a- Chispa eléctrica.
 b- Calentar
 c- Ionizar
 d- Dar energía al sistema sino los átomos no se unen.
 e- Nada, tal unión puede ser espontánea.
 f- Otros (acláranos que debería pasar).....

Si elegiste los ítems a, b, c, d o f explícanos con tus palabras por qué crees que es necesaria tal condición.

4- ¿Puedes decirnos qué cambio de estado ocurrió?

5- Suponiendo que tuvieses un sistema como el de la figura 1 donde A representa a átomos de un elemento y B a átomos de otro elemento distinto y tal sistema sufriera una transformación espontánea. ¿Cuál crees que sería el estado final a que llegaría?

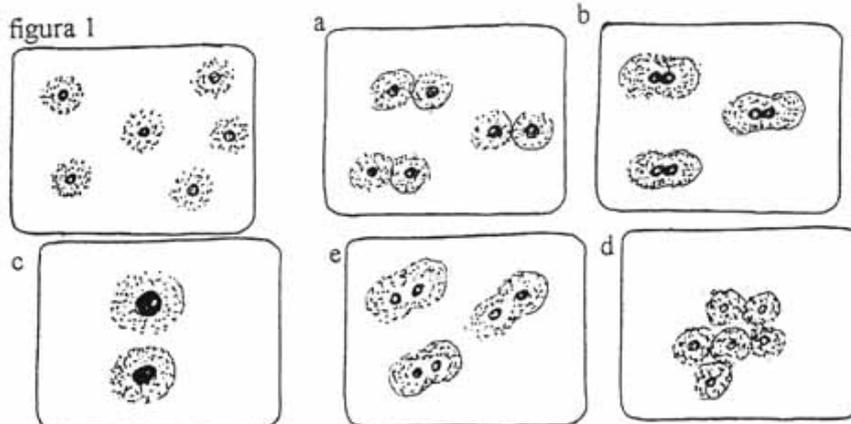


5.1 ¿Qué ocurrió en tal transformación:

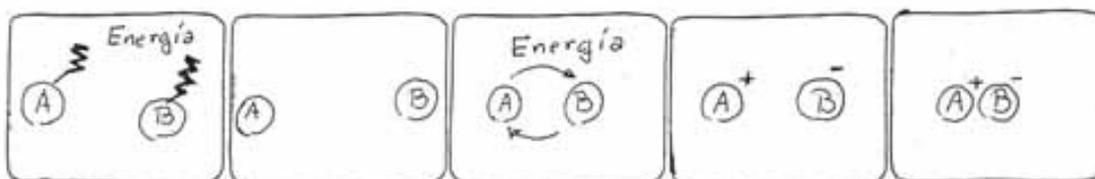
- a- Unión
 b- Reacción química.
 c- Cambio de estado.
 c- Condensación.

5.2 – Puedes explicarnos con tus palabras algo más de este proceso.

6- Si pones en contacto en un recipiente átomos iguales (situación representada en el dibujo 1 donde cada esfera de puntos representa a un átomo y el círculo negro central su núcleo). ¿Cuál crees que sea el estado final de tal sistema luego de una transformación espontánea? (una unión espontánea entre los átomos)



7- Entre los átomos A y B se ha formado un compuesto AB. Las figuras esquematizan los pasos de tal unión, pero el dibujante colocó una que no corresponde. Puedes marcar cuál es y ordenar las otras según la secuencia que tu crees siguieron los átomos al unirse.



8- El yodo y el plomo forman una sal de color amarillo estable a temperatura ambiente, el yoduro de plomo. ¿Por qué crees que estos dos elementos se atraen y finalmente se unen formando una sal?

a- Porque el yodo es un no metal y el plomo un metal y es natural que se atraigan.

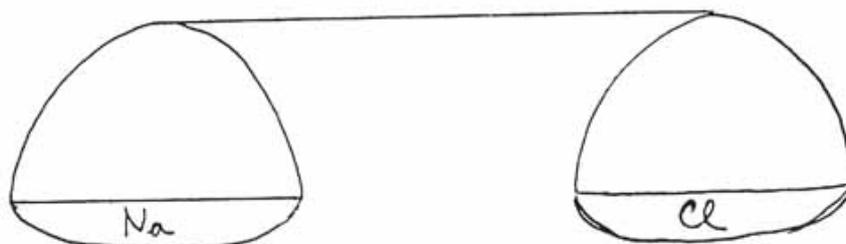
b- Al unirse van a completar cada uno su octeto.

c- El núcleo del átomo de yodo atrae con mayor fuerza que el plomo a los electrones de la última capa de éste, finalmente se forman dos iones de distinto signo que se atraen entre si.

d- Al unirse el yodo completa su octeto y el plomo cumple cediéndole sus electrones.

9-

9.1- La balanza dibujada representa al cloruro de sodio, una sal estable a temperatura ambiente. Si un platillo fuese el átomo de sodio y el otro el átomo de cloro puedes distribuir veintiocho (28) pesas entre los dos platillos (representálas por cruces x) de modo de esquematizar las fuerzas de atracción que experimenta el electrón más externo del átomo de sodio.



9.2- ¿Crees tu que el electrón más externo del sodio experimenta fuerzas de repulsión?

Si No

9.3- Si según tu criterio tales fuerzas de repulsión existen, ¿qué crees que las origine?

- a- El núcleo de sodio que rechaza al electrón.
- b- Otros electrones de la nube electrónica.
- c- El núcleo del cloro.
- d- Otro origen (explica cuál).....
.....

10- El cloruro de sodio (la sal de mesa) es una sustancia bastante abundante en la naturaleza. ¿Cuál piensas que sea la razón por la que los átomos de sodio y cloro se unen?

- a- Esa es la manera en que se pueden unir.
- b- El compuesto formado es más estable que los átomos por separado.
- c- Así cumplen la teoría del octeto.
- d- Una de las propiedades del cloro es atraer al sodio.

11- La Tierra acababa de formarse y se hallaba en estado incandescente. Torrentes de energía sacudían la atmósfera. Cuéntanos que ocurrió en ese momento cuando a partir de los dos primeros átomos de oxígeno se formó la primer molécula de O_2 ¿Cómo crees que ocurrió tal unión?

11.2- Dos átomos de oxígeno para unirse:

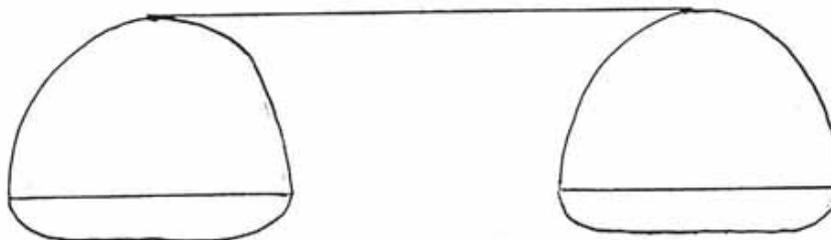
- a- Tienen que adquirir cargas de distinto signo.
- b- No es necesario que los átomos adquieran cargas de distinto signo.

O la siguiente opción:

- a- tienen que transformarse en iones de signo opuesto.
- b- No es necesario que los átomos se transformen en iones de signo opuesto.

11.3- La unión de dos átomos de oxígeno formando una molécula es un proceso (físico – químico) (tacha lo que no corresponda)

12- Si la balanza dibujada representase a la molécula de oxígeno y cada platillo representase a uno de los átomos que la forman. Puedes distribuir dieciséis (16) pesas entre ellos (representálas con una X) esquematizando las fuerzas de atracción que experimenta uno cualquiera de los últimos electrones de uno de los átomos de oxígeno (indica a que oxígeno pertenece el electrón).



13- Cuéntanos que ocurrió cuando a partir de dos átomos de nitrógeno se formó una molécula de nitrógeno (N_2).

13.2- En tal unión:

- a- Intervienen iones
- b- No intervienen iones

13.3- La unión de dos átomos de nitrógeno para formar una molécula es un proceso (físico – químico) (tacha lo que no corresponda)

14 - La notación H_2O se lee “una molécula de agua”. ¿Cómo se lee la notación $NaCl$?

15- Responde con Verdadero o Falso

a- Para que dos átomos de un mismo elemento se unan formando una molécula deben primero transformarse en iones de distinto signo.

b- Para unirse dos átomos de elementos diferentes deberían siempre primero transformarse en iones.

c- La formación de una molécula de oxígeno a partir de dos átomos es un proceso físico, una condensación.

d- En una molécula de oxígeno predominan las fuerzas de atracción entre los átomos que la forman.

e- Entre distintas moléculas de oxígeno predominan las fuerzas de repulsión.

f- Para que se unan átomos de un mismo elemento es necesario siempre proporcionar energía. Tal unión no puede ser entonces un proceso espontáneo.

16.- El diamante (piedra que se utiliza en joyas) y el grafito (mina de los lápices) están formados sólo por átomos de carbono.

Crees que las diferencias entre ambos puedan explicarse porque en el grafito los átomos de carbono están unidos por enlace covalente y en el diamante los átomos de carbono están unidos por enlace iónico.

.....

17- Ud. conocerá que existen distintos tipos de enlaces químicos: iónicos – covalente – metálico.

Respecto a ello teache lo que no corresponda.

a- El enlace iónico es (mas fuerte – mas débil) que el covalente.

b- En el enlace iónico (existen – no existen) fuerzas.

c- En el enlace covalente (existen – no existen) fuerzas.

18- El cloruro de sodio es una sustancia estable en condiciones ambiente. La misma está formada por iones Na^+ y Cl^- .

Respecto a tal sustancia y teniendo en cuenta lo antes dicho responda con verdadero o falso.

- Existen moléculas de cloruro de sodio.

- El enlace ocurre por atracción entre cargas eléctricas opuestas.

- El enlace ocurre porque así se forma un compuesto neutro.

19- En un mol de cloruro de sodio hay un mol de iones sodio (Na^+) y un mol de iones (Cl^-)

En ese contexto crees que un ion Na^+ atrae sólo a un ion Cl^- y viceversa.

.....

19.1- Cuál de estos dibujos crees que representan mejor un mol de cloruro de sodio

19.2- Cuál de estos dibujos crees que representen mejor al cloruro de sodio.