



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**HERRAMIENTA HEURÍSTICA APLICADA A LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS EN EL CONTEXTO DEL MODELO DE
COMPETENCIAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOQUÍMICA DIAGNÓSTICA

P R E S E N T A:

CHRISTHIAN ULICES CASALES RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:

Q. F. B. SALVADOR ZAMBRANO MARTÍNEZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, MÉXICO, ENERO 2015



**UNAM
CUAUTITLÁN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- OBJETIVOS.....	3
2.1.- OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2.- OBJETIVOS PARTICULARES.	3
3.- FUNDAMENTOS EPISTEMICOS DE LA EDUCACIÓN DEL MILENIO.	5
3.1.- MODELOS EDUCATIVOS.....	7
3.1.1.- CONSTRUCTIVISMO.	7
3.1.2.- TEORÍAS DE LA REESTRUCTURACIÓN.	8
3.1.2.1.- Jean William Fritz Piaget. “La teoría de la equilibración”	8
3.1.2.2.- Lev Semiónovich Vygotsky.	8
3.1.2.3.- David Paul Ausubel.	9
3.1.2.4.- Procesamiento humano de la información (PHI).....	9
3.1.2.5.- Psicología instruccional.	9
3.1.2.6.- Ejes.	10
3.1.2.6.1.- Desequilibrio – equilibrio.	10
3.1.2.6.2.- Aplicación.	10
3.1.2.6.3.- Consolidación.....	11
3.2.- PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS QUE SUBYACEN AL MODELO DE COMPETENCIAS; ENFOQUE BASADO EN EI INFORME DE JACQUES DELORS ANTE LA UNESCO. (Delors, y otros, 1996)	12
3.2.1.- LOS CUATRO PILARES DEL CONOCIMIENTO, SEGÚN DELORS.	14
3.3.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES CONSIDERADOS EN EL DESARROLLO DEL MODELO BASADO EN COMPETENCIAS.....	15
3.3.1.- APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS.	17
3.3.2.- ESTRATEGIAS DIDACTICAS.....	19
3.4.- ESTRATEGIA Y HERRAMIENTAS.....	23
3.4.1.- MAPAS CONCEPTUALES.....	23
3.4.2.- DIAGRAMAS “VE”.	25

3.4.3.- DIAGRAMA DE BLOQUES.....	27
3.4.4.- PORTAFOLIO ELECTRÓNICO.....	27
3.4.6.- RUBRICAS.....	28
3.4.7.- EVALUACIÓN.....	29
3.4.7.1.- Tipos de evaluación.	29
4.- PROBLEMÁTICA SITUADA: CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE COMERCIAL.	31
4.1.- ANTECEDENTES.....	31
4.2.- COMPETENCIAS GENÉRICAS ASOCIADAS A LA PROBLEMÁTICA SITUADA.	31
4.3.- COMPETENCIAS PROFESIONALES ASOCIADAS A LA PROBLEMÁTICA SITUADA.....	32
4.4.- RESOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA SITUADA.....	33
4.4.1.- RED DE PANAL (CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE 1).....	33
4.5.- DESARROLLO SEMÁNTICO DEL BLOQUE 1.	35
4.5.1.- NATURALEZA DEL AGUA.....	35
4.5.2.- NATURALEZA FÍSICA Y QUÍMICA DEL AGUA.....	36
4.5.3.- MUESTREO.....	38
4.5.4.- ENVASES PARA TOMA DE MUESTRA.....	40
4.5.5.- ALMACENAMIENTO.....	41
4.5.6.- MANEJO DE LA MUESTRA.	41
4.5.6.1.- Muestra.....	42
4.6.- RED DE PANAL (CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE 2).....	43
4.6.1.- BLOQUE 2. ANÁLISIS DE LA MUESTRA.....	45
4.6.2.- APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS HEURISTICAS.....	45
4.6.2.1.- Herramientas heurísticas para determinar la densidad de agua.	46
4.6.2.1.1.- Fundamento teórico para la determinación de densidad del agua.	48
4.6.2.- Herramientas heurísticas para determinar las propiedades organolépticas del agua.....	50
4.6.2.1.- Fundamento teórico para la determinación de propiedades organolépticas del agua potable.	52
4.6.2.3.-Herramientas heurísticas para la determinación de pH en agua.	54
4.6.2.3.1.- Fundamento teórico para la determinación de pH del agua.....	56

4.6.2.4.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de sulfatos por gravimetría en agua.	58
4.6.2.4.1.- Fundamento teórico para la determinación de sulfatos por gravimetría en agua.....	60
4.6.2.5.- Herramientas heurísticas para la determinación de la cantidad de cloruros en agua.....	63
4.6.2.5.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad de cloruros en agua	65
4.6.2.6.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de oxígeno disuelto en agua.	67
4.6.2.6.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad oxígeno disuelto en agua (Método de Winkler).....	69
4.6.2.7.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de cloro residual en agua.	73
4.6.2.7.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad de cloro residual en agua.....	75
4.6.2.8.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de sulfuros en agua.....	77
4.2.6.8.1.- Fundamento teórico para la determinación de la cantidad de sulfuros en agua.....	79
4.6.2.9.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de dureza en agua.....	81
4.6.2.9.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad de dureza en agua	85
4.6.2.10.- Herramientas heurísticas para la determinación de alcalinidad en agua. ...	88
4.6.2.10.1.- Fundamento teórico para la determinación de alcalinidad en agua.	91
5.-RESULTADOS.	93
5.1.- FORMATO PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE.....	95
5.2.- FORMATO DE INFORME DEL ENSAYO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE.....	96
5.3.- FORMATO DE RESULTADOS Y CONCLUSIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE.	96
5.4.- RUBRICA DE EVALUACIÓN DE SABER-HACER.....	97
5.6.- REACTIVOS PARA EVALUAR EL SABER-CONOCER.....	98
5.6.1.- OXÍGENO DISUELTO Y SULFUROS	98

5.6.2.- CLORO RESIDUAL Y DUREZA.....	99
5.6.3.- ALCALINIDAD Y CLORO RESIDUAL.....	100
5.6.3.- GRAVIMETRÍA Y ALCALINIDAD.....	101
5.6.5.-CLORUROS.....	102
6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PROBLEMÁTICA SITUADA Y DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS.....	104
7.- CONCLUSIONES.....	106
8.- REFERENCIAS.....	108

1.- INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo nace como una inquietud de apoyar la enseñanza superior utilizando las tendencias pedagógicas actuales basadas en teorías educativas constructivistas, resaltando los postulados básicos presentados en el informe de Jacques Delors ante la UNESCO. Y que pretende ubicar la importancia de la educación bajo un nuevo paradigma que conduzca a la mejora significativa de la educación, para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se destaca la importancia de los cuatro pilares de la educación que son: aprender a hacer, aprender a conocer, aprender a ser y el aprender a vivir juntos. Y que posicionan la enseñanza como un proceso integral dentro y fuera del aula.

Es importante resaltar el proceso educativo en el que se tienen estrategias de aprendizaje y estrategias de enseñanza, de las que derivan las estrategias didácticas. Se pretende desarrollar esta tesis en la que se ponga en práctica las estrategias de enseñanza diseñadas para estimular al alumno a observar, analizar, plantear objetivos, formular hipótesis, desarrollar metodológicamente un proceso, buscar soluciones y descubrir el conocimiento por sí mismos.

Se plantea una problemática situada de enseñanza y aprendizaje denominada: control de calidad de agua potable comercial, en la que se indican las competencias que el alumno desarrolla desde el punto de vista genérico y profesional. Lo hacemos a través de una red de panal en la que se muestra la recepción de la muestra y lo que de ella deriva para visualizar los diversos aspectos que implica su procesamiento en el laboratorio. Se presentan las propiedades fisicoquímicas del agua, su muestreo, almacenamiento, manejo y muestra.

Se indican el tipo de pruebas químicas y metodología analítica a la que se somete la muestra de agua, ubicando la determinación de densidad, las propiedades organolépticas, pH del agua, cantidad de sulfatos por gravimetría, cantidad de cloruros, cantidad de oxígeno disuelto, cantidad de cloro residual, cantidad de sulfuros, dureza y alcalinidad; a través de diagramas de bloques, mapas

conceptuales y diagramas “Ve”, para organizar la información tanto de contenidos teóricos, procesos experimentales, conocimientos (requeridos y adquiridos), destrezas y habilidades que evidencian la adquisición de competencias.

Este trabajo servirá de guía y de apoyo a los profesores que quieran innovar sus procesos de enseñanza y de aprendizaje en las asignaturas que impartan al considerar el modelo como guía para la construcción del propio, cumpliendo con las expectativas que nos condujeron a su construcción. Así mismo, el alumno encontrará herramientas y ejemplos contruidos que lo guiaran en el proceso de aprendizaje y permitirán resolver problemáticas dentro y fuera del aula mediante el desarrollo de competencias y los cuatro pilares de la educación durante y para toda la vida, retomando la complejidad de pensamiento.

2.- OBJETIVOS.

2.1.- OBJETIVO GENERAL.

Aplicar herramientas heurísticas (organizadores anticipados) a través de redes de panel, diagramas “Ve” y mapas conceptuales, para la resolución de problemas.

2.2.- OBJETIVOS PARTICULARES.

2.2.1.- Generar redes de panel, considerando los temas, subtemas y tópicos de manera radial y consecucional para establecer la relación que guardan estos conceptos entre sí e incorporando aquellos que en los programas de estudio no han sido considerados.

2.2.2.- Desarrollar diagramas “Ve” heurísticos, a partir de una pregunta foco considerando al campo teórico y al campo metodológico para establecer la relación de utilidad actual de la resolución de la pregunta foco, perfilar la evaluación, la estrategia para resolver el problema y asociar las posibles competencias relacionadas con la problemática situada.

2.2.3.- Establecer mapas conceptuales haciendo cortes organizados en la red (panel o semántica) de acuerdo al diagrama de diferenciación progresiva para establecer un orden lógico del contenido y resúmenes puntuales en el contexto del problema a resolver.

2.2.4.- Plantear diagramas de bloques implicados en la resolución del problema, estableciendo los pasos requeridos en la actividad experimental utilizando normas oficiales mexicanas para facilitar la determinación de los parámetros a evaluar en el problema planteado.

2.2.5.- Plantear una estrategia de trabajo utilizando los organizadores anticipados para proponer un plan de trabajo que incluya portafolios de evidencia y electrónicos que faciliten el proceso y la exposición de los resultados del proyecto.

2.2.6.-Proponer una metodología de evaluación considerando los niveles de “saber”, “saber hacer” y “ser” a través de rubricas y cuestionarios de autoevaluación. Asociados para ser coherentes con el modelo basado en competencias.

2.2.7.- Resolver una problemática situada realizando un control de calidad de agua potable comercial utilizando los equilibrios de ácido-base, complejométrico, solubilidad-precipitación y oxido reducción para establecer la calidad de este producto de consumo diario en función de las normas oficiales mexicanas (NOM).

3.- FUNDAMENTOS EPISTEMICOS DE LA EDUCACIÓN DEL MILENIO.

De acuerdo a Carlos Ornelas (Ornelas , 2001), la educación en México enfrenta un gran problema de calidad educativa, que se revela en los bajos resultados escolares y en la poca trascendencia de los contenidos además de la rutina de los métodos de enseñanza tradicional para el desarrollo de conocimientos. Esto se agrava para el futuro, ya que México actualmente se enfrenta a desafíos internacionales que exigen que el país acelere su desarrollo, lo que significa mayores presiones al sistema educativo.

La rigidez de los contenidos, el ambiente en las aulas y el uso del tiempo, ofrecen condiciones para que se desarrollen determinados conocimientos, actitudes y valores, mismos que destacan un tipo de enseñanza que influyen en el detrimento del aprendizaje y de la calidad de éste, ya que conducen a la exigencia de memorizar y no razonar, aislando a la escuela de su contexto.

A los estudiantes de todos los niveles se les proporciona modelos, fórmulas y cuadros básicos de conocimientos elaborados previamente. Pocas veces se desafía a los alumnos a que usen su imaginación y que resuelvan problemas cotidianos, por el contrario, se les pide que repitan lo que dicen los profesores, los textos u otros materiales. Aunado a ello, la gran cantidad de información que se proporciona a los alumnos a través de las diferentes asignaturas, y la manera fragmentada como la obtienen, obstaculiza la interrelación del conocimiento científico con la realidad en donde se desenvuelven, y por tanto limita su participación activa en la solución de las diversas problemáticas a las que enfrentan de manera cotidiana y condicionan a un conocimiento repetitivo y mecánico.

Desde este punto de vista, es fundamental que los alumnos logren la integración de los saberes y desarrollen el pensamiento complejo que se requiere para

comprender esa realidad y, así, poder intervenir en ella de manera activa y eficaz. Por otra parte, los alumnos enfrentan una dinámica social no conocida, producto del mundo globalizado en el que están inmersos, y que se refleja en la dificultad que tienen para entender cuáles son las necesidades prioritarias a satisfacer en el ámbito local, regional, nacional e internacional, de ahí que se plantee como prioritario encauzar en los programas de estudio, el desarrollo de actividades encaminadas a favorecer las relaciones humanas entre los alumnos, con el propósito de mejorar la calidad de vida en la sociedad.

Por tales motivos, surge la inquietud de implementar acciones mediante las cuales se privilegie el aprendizaje lógico de los alumnos y no la transferencia del conocimiento, que en forma tradicional se ha efectuado durante décadas en nuestro país (Ledesma Muñoz & Conde Beristain , 2004).

El aprendizaje es el producto de la construcción del conocimiento, que se expresa en constantes de comportamiento y concepción en el ser humano. El estudiante no adquiere lo enseñado en su literalidad, sino lo dota de un significado propio de acuerdo a su especificidad y entorno social.

Concebido el aprendizaje como un producto del proceso de construcción del conocimiento, la enseñanza debe plantearse como un conjunto de acciones facilitadoras y gestoras del aprendizaje. Esto significa rebasar el concepto tradicional de instrucción, en donde solo se expone al sujeto a conocimientos dados, y definir un concepto de instrucción que propicie la interrelación del sujeto con el objeto de conocimiento; exista interés por las habilidades intelectuales, la solución de problemas y la toma de decisiones de los estudiantes; así como el reconocimiento del ámbito social como medio de determinaciones.

Así mismo se articulara y resignificará en la obtención de productos cualitativamente distintos a la simple adición de conocimientos y se relacionara con el aprendizaje previo ya que, como se ha visto el estudiante no adquiere lo enseñado en su literalidad, sino que lo dota de un significado único y diferente,

acorde a la cultura y determinado por las características individuales e irrepetibles del sujeto que aprende.

Se concibe la práctica educativa como un espacio para proporcionar al estudiante las oportunidades de interactuar con el objeto de conocimiento, habilidades y seguir aprendiendo, en el contexto formal e informal, para adaptación activa al medio. Para ello, sus protagonistas requieren estar conscientes de los propósitos que buscan, de la función y compromiso que tienen en el proceso educativo; así como de los propósitos de éxito y excelencia académica considerando los métodos apropiados para lograrlo, acorde con los recursos disponibles.

3.1.- MODELOS EDUCATIVOS.

3.1.1.- CONSTRUCTIVISMO.

Dentro del paradigma constructivista, las posiciones teóricas más relevantes en la actualidad son el procesamiento humano de la información (PHI) y las teorías de la reestructuración; entre las más importantes de estas últimas se encuentran las teorías de Piaget, Vygotsky y Ausubel.

Los orígenes y principios básicos de estas corrientes cognoscitivas surgen en momentos diferentes y con sesgos individuales han logrado puntos de convergencia en lo que a sus aportes de educación se refiere.

En el paradigma de referencia, el aprendizaje se conceptualiza como un proceso complejo, continuo, y evolutivo con componentes estructurales de orden individual y social de gran relevancia y significatividad que, incluso, transforman las funciones psicológicas del sujeto cognoscente. Los procesos cognoscitivos, permiten al individuo la experiencia psíquica consciente del mundo social y biológicamente vivenciado, en forma racional y afectiva. Así se estudian los procesos de atención, percepción, emoción, aprendizaje memoria, pensamiento, imaginación, inteligencia y lenguaje.

3.1.2.- TEORÍAS DE LA REESTRUCTURACIÓN.

3.1.2.1.- Jean William Fritz Piaget. “La teoría de la equilibración”

En el caso de la teoría de la equilibración de Piaget, el estudio del aprendizaje no se aborda directamente, aunque sí lo distingue como el progreso de las estructuras cognitivas mediado por el proceso de equilibración; de estos, la asimilación y la acomodación son los que más han sido retomados en los planteamientos educativos.

Ante un proceso de enseñanza, al individuo no le son suficientes los conocimientos que posee, por ello, se somete a un proceso de desequilibrio y se genera un proceso de asimilación acomodación. De esta forma si se requiere conocimientos más avanzados es necesario crear nuevos desequilibrios para volver a equilibrar.

3.1.2.2.- Lev Semiónovich Vygotsky.

Sostiene que no hay desarrollo social sin aprendizaje ni aprendizaje sin desarrollo previo. El aprendizaje consiste en una interpretación progresiva de significados provenientes del entorno social, ya que el desarrollo cultural se basa primero en funciones interpersonales y después en el interior de cada sujeto.

El conocimiento es el producto de la interacción con el medio y después en el interior de cada sujeto, por lo tanto el alumno debe de ser visto en el proceso como un ser social.

De esta forma, el hombre no solo responde a los estímulos sino que actúa sobre ellos y los transforma.

3.1.2.3.- David Paul Ausubel.

Se retoma la teoría del aprendizaje potencialmente significativo de materiales escolares contrario al aprendizaje de materiales sin sentido. El término significativo se refiere al contenido que tiene estructura lógica inherente, así como al material que potencialmente puede ser aprendido de manera significativa. La posibilidad de que un contenido se torne “con sentido” depende de que pueda ser incorporado substancialmente al conjunto de conocimientos del estudiante, o sea relacionarlo a conocimientos previamente existentes en su estructura mental.

3.1.2.4.- Procesamiento humano de la información (PHI).

Los modelos teóricos del paradigma cognitivo no son suficientes por si solos para construir una propuesta pedagógica tal que atienda toda la problemática que implica el proceso de enseñanza aprendizaje en una entidad escolar. Razón por la cual se considera al procesamiento humano de la información.

El procesamiento humano de la información, retoma los procesos de atención, percepción, emoción, aprendizaje, memoria, pensamiento, imaginación, inteligencia y lenguaje, su aplicación puede ser: redes conceptuales, redes semánticas, redes de panal y diagramas “Ve” heurísticos y psicología instruccional. (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978)

3.1.2.5.- Psicología instruccional.

Es una parte substancial de la investigación en cognición aprendizaje y desarrollo humano. Pero de ninguna manera debe confundirse con una psicología básica aplicada a la educación, sino más bien, como la investigación fundamental sobre procesos de instrucción y de aprendizaje complejo. Las aportaciones más importantes de la psicología instruccional en el campo de la educación, se refieren

al desarrollo de la inteligencia y de las habilidades intelectuales para el aprendizaje, la solución de problemas y la toma de decisiones.

Como consecuencia de las bases antes citadas se generan ejes que permiten actualizar la práctica educativa en el modelo de construcción del conocimiento.

3.1.2.6.- Ejes.

3.1.2.6.1.- Desequilibrio – equilibrio.

- Se presenta cuando el estudiante no puede resolver problemas propuestos de forma eficiente desde sus conocimientos previos.
- Se genera cuando se provoca de manera dirigida un desequilibrio entre sus saberes, habilidades, actitudes y valores con base a las propuestas del programa.
- Se retoma al programa como un punto de partida o un punto de llegada y lugar donde se aplican y explican saberes.
- Propone plantear situaciones generadoras de aprendizaje, para alcanzar niveles más complejos de conocimientos.
- Se espera una integración entre palabra, pensamiento, sentimiento y acción para explotar el desarrollo de conocimientos del alumno.
- Se plantea dar elementos y procesos que permitan construir marcos de interpretación y acción.

3.1.2.6.2.- Aplicación.

La aplicación es el momento en que el alumno ejercita toda su estructura de conocimientos con un mayor nivel de complejidad.

Sostiene que el alumno domina un conjunto de saberes, previamente determinados y necesarios en un espacio social escolar que incrementan la motivación.

El alumno debe plantearse problemas, ensayar soluciones, investigar, formular conceptos y perfilar soluciones.

El alumno deberá contrastar sus soluciones con información teórica, intercambiar experiencias, superar contradicciones y/o encontrar conceptos más englobadores que expliquen fenómenos específicos.

Se espera un doble efecto:

- a) Que el estudiante este consiente de que está aprendiendo, es decir, saberse competente.
- b) Se generan nuevos esquemas de acción que podrán ser nuevamente problematizados para iniciar nuevamente el proceso.

Se pretende que tengan utilidad los conocimientos cuando menos en tres dimensiones:

- a) Como propedéuticos o base de aprendizajes más complejos, en el programa o en otros programas.
- b) Como medios para el ejercicio de habilidades y/o metodologías.
- c) Como elementos de interpretación y descripción de procesos naturales, sociales y afectivos, relacionados con su medio social.

3.1.2.6.3.- Consolidación.

Es el logro de una nueva configuración, de un nuevo desequilibrio de conocimientos, habilidades, valores y actitudes construidos.

Deriva en aprender a pensar “ser consiente de los procesos propios” y propone ser congruente con el pensar, decir, sentir y actuar.

Así como también modifica la relación social de los estudiantes con su medio.

3.2.- PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS QUE SUBYACEN AL MODELO DE COMPETENCIAS; ENFOQUE BASADO EN EL INFORME DE JACQUES DELORS ANTE LA UNESCO. (Delors, y otros, 1996)

3.2.1.- La pretensión central del dispositivo escolar no es transmitir informaciones y conocimientos, sino provocar el desarrollo de competencias básicas.

3.2.2.- El objetivo de los procesos de enseñanza no ha de ser que los alumnos aprendan las disciplinas, sino que reconstruyan sus modelos y sus esquemas de pensamiento.

3.2.3.- Provocar aprendizaje relevante de las competencias básicas requiere implicar activamente al estudiante en procesos de búsqueda, estudio, experimentación, reflexión, aplicación y comunicación del conocimiento.

3.2.4.- El desarrollo de las competencias requiere focalizar en las situaciones reales y proponer actividades auténticas. Vincular el conocimiento a los problemas importantes de la vida cotidiana.

3.2.5.- La organización espacial y temporal de los contextos escolares ha de contemplar la flexibilidad y creatividad requerida por la naturaleza de las tareas auténticas y por las exigencias de vinculación con el entorno social.

3.2.6.- Aprender en situaciones de incertidumbre y en procesos permanentes de cambio es una condición para el desarrollo de competencias básicas y para aprender a aprender.

3.2.7.- La estrategia didáctica más relevante se concreta en la preparación de entornos de aprendizaje caracterizados por el intercambio y vivencia de la cultura más activa y elaborada.

3.2.8.- El aprendizaje relevante requiere estimular la metacognición de cada estudiante, su capacidad para comprender y gobernar su propio y singular proceso de aprender y de aprender a aprender.

3.2.9.- La cooperación entre iguales es una estrategia didáctica, de primer orden. La cooperación incluye el dialogo, el debate y la discrepancia, el respeto a las diferencias, saber escuchar, enriquecerse con las aportaciones ajenas y tener la generosidad suficiente para ofrecer lo mejor de sí mismo.

3.2.10.- El desarrollo de las competencias requiere proporcionar un entorno seguro y cálido en el que el aprendiz se sienta libre y confiado para probar, equivocarse, retroalimentar y volver a probar.

3.2.11.- La evaluación del aprendizaje de los alumnos ha de entenderse básicamente como evaluación formativa, para facilitar el desarrollo en cada individuo de sus competencias de comprensión y actuación.

3.2.12.- La función del docente para el desarrollo de competencias puede concebirse como la autorización del aprendizaje de los estudiantes, lo que implica diseñar, planificar, organizar, estimular, acompañar, evaluar y reconducir sus procesos de aprendizaje.

A través de los nuevos programas y enfoques de la educación en nuestro país, se propone que la educación y en particular el aprendizaje de los alumnos, deben fundamentarse a partir de los cuatro “pilares del conocimiento” propuestos por Jacques Delors (Delors, y otros, 1996), en donde menciona que las condiciones del mundo actual son tales que necesitamos períodos escolares de aprendizaje a lo largo de toda nuestra vida, y en la segunda parte del informe manifiesta que:

“Eso que proponemos supone trascender la visión puramente instrumental de la educación considerada como la vía necesaria para obtener resultados (dinero, carreras, etc.) y supone cambiar para considerar la función que tiene en su globalidad la educación, la realización de la persona, que toda entera debe aprender a ser”. (Delors, y otros, 1996)

3.2.1.- LOS CUATRO PILARES DEL CONOCIMIENTO, SEGÚN DELORS.

- **APRENDER A CONOCER**, que se relaciona con la adquisición de los instrumentos para la comprensión del mundo que nos rodea, el descubrimiento y el incremento del saber del individuo, que estimule la curiosidad intelectual y el sentido crítico y de aportación a la solución de los problemas que aquejan a la sociedad.
- **APRENDER A HACER**, para influir sobre el propio entorno, poner en práctica los conocimientos, adaptar la enseñanza al mercado de trabajo y pasar de la noción de calificación a la de competencia, considerando que el mercado exige un conjunto de competencias no sólo de carácter técnico, sino también de comportamiento social, aptitud para trabajar en equipo, iniciativa y capacidad para asumir riesgos.
- **APRENDER A CONVIVIR** con los demás, para participar y cooperar en todas las actividades humanas.
- **APRENDER A SER**, que implica el desarrollo de la persona, así como el descubrir, despertar e incrementar sus posibilidades creativas y de emprendimiento. El Modelo de la Educación Media Superior Tecnológica, es el producto obtenido de esta Reforma Educativa, y su misión es contribuir con base a los requerimientos de la sociedad del conocimiento, de la educación para la vida, y del desarrollo sustentable a lograr la formación integral de los jóvenes en un contexto biopsicosocial (Delors, y otros, 1996).

3.3.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES CONSIDERADOS EN EL DESARROLLO DEL MODELO BASADO EN COMPETENCIAS.

Si bien es difícil llegar a un consenso en la definición de competencia, una buena propuesta la ofrece Phillippe Perrenoud (Mendoza Carrera , 2000) al mencionar que “es una capacidad de acción eficaz frente a una familia de situaciones; quien llega a dominarla es porque dispone de los conocimientos necesarios y de la capacidad de movilizarlos con buen juicio, a su debido tiempo, para definir y solucionar verdaderos problemas.” Capacidad que solo se puede valorar cuando se convierte en desempeños contextualizados o situados.

De acuerdo a la SEP (2008), las competencias son un conjunto de capacidades que incluyen conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas que una persona logra mediante procesos de aprendizaje y que se manifiestan en su desempeño en situaciones y contextos diversos. Es la facultad de movilizar un conjunto de recursos cognoscitivos, para enfrentar con pertinencia y eficacia situaciones reales. (Ledesma Muñoz & Conde Beristain , 2004)

Las competencias son aquellos comportamientos, destrezas y actitudes visibles que las personas aportan en un ámbito específico de actividad para desempeñarse de manera eficaz y satisfactoria, que consisten en la capacidad de vincular el saber con el hacer y el ser.

Desde este enfoque se prioriza la aplicación de esquemas de conocimiento en situaciones reales a través de estrategias didácticas con base en proyectos y problemas, lo que implica la movilización de sus conocimientos fuera del salón de clase.

La formación de competencias es un proceso situado, por medio del cual la sociedad forma a sus miembros para la autorrealización y, a su vez, esta formación es la que posibilita la permanencia y continua recreación de la sociedad.

Por su parte las ideas de interrelación y la contextualización, características de las competencias, nos llevan a la necesidad de partir de problemas globales,

auténticos en escenarios reales y articular desde ellos los conocimientos, trascendiendo el conocimiento adquirido a fin de abordar los fenómenos en toda su complejidad. Lo que saben los alumnos, debe ser útil fuera de la escuela, llegando a definir, actuar y coordinar sus conocimientos o incluso a transferirlos para idear soluciones originales, cuando la situación exige ir más allá de los conocimientos establecidos.

Las problemáticas situadas son el punto de partida de un proceso de desarrollo de competencias, ya que permiten analizar e intervenir en una realidad desde el punto de vista y con las herramientas de una ciencia o disciplina específica.

Las competencias se forman a través de estructuras de conocimientos que pueden modificarse por influencia de experiencias de aprendizaje. Dicho aprendizaje no es lineal, sino en espiral, mediante asociaciones y relaciones de progresiva complejidad. Para que se formen las competencias, se requiere que las personas posean potencial de aprendizaje, es decir, capacidad para pensar y desarrollar conductas inteligentes, empleando la experiencia previa para abordar nuevas situaciones.

Todo acto de conocimiento tiene tres fases y en cada una se aplican determinadas funciones: fase de entrada, se recibe información tanto del medio interno como del externo mediante funciones de percepción, atención, uso de vocabulario y relaciones espacio-temporales; fase de elaboración (la información recibida se analiza y se organiza mediante funciones de memoria a corto, mediano y largo plazo: y fase de salida, se aplica el conocimiento para abordar una tarea o resolver un problema mediante funciones tales como el ensayo y error, precisión en la respuesta y control de la respuesta. En tal perspectiva una competencia tiene como base el procesamiento de la información mediante funciones cognitivas con el fin de realizar tareas o resolver problemas.

Las competencias tienen un carácter evolutivo, es decir, se perfeccionan y amplían a través del uso, o se deterioran y restringen si no encuentran una aplicación cotidiana. Son complejos sistemas de acción y reflexión que no se

adquieren ni se acredita definitivamente y para siempre, sino que deben actualizarse mediante su aplicación constante en nuevos contextos o para resolver nuevos problemas o situaciones.

3.3.1.- APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS.

En la educación basada en competencias quien aprende lo hace al identificarse con lo que produce, al reconocer el proceso que realiza para construir y las metodologías que utiliza. Al finalizar cada etapa del proceso se observan y evalúan la(s) competencia(s) que el sujeto ha construido.

La educación basada en competencias es un enfoque sistemático del conocer y del desarrollo de habilidades; se determina a partir de funciones y tareas precisas. Se describe como un resultado de lo que el alumno está capacitado a desempeñar o producir al finalizar una etapa. La evaluación determina qué específicamente va a desempeñar o construir el estudiante y se basa en la comprobación de que el alumno es capaz de construirlo o desempeñarlo.

La educación basada en competencias se refiere a una experiencia práctica, que necesariamente se enlaza a los conocimientos para lograr un fin.

Debe tomarse en cuenta: el diseño de la enseñanza-aprendizaje; las competencias que se van a construir; las disciplinas como marco de referencia del aprendizaje; las habilidades a desarrollar; la promoción de actitudes relacionadas con los valores y con las disciplinas; los procesos; los programas de estudio orientados a los resultados; el diagnóstico; la evaluación inserta en el aprendizaje, en múltiples escenarios y en diversas situaciones, basada en el desempeño y como una experiencia acumulativa, la retroalimentación, la autoevaluación; los criterios que se utilicen para evaluar los desempeños o resultados; el seguimiento y la interacción social.

Es imperioso formar gente con liderazgo flexible que pueda aprender y crecer permanentemente; sin embargo, no existe una receta específica para lograr dicho cometido ya que si se contara con ella, se estaría retrocediendo a la rigidez en la elaboración de planeación estratégica.

Las competencias son el eje de los nuevos modelos de educación y se centran en el desempeño. Ser competente o mostrar competencia en algo implica una convergencia de los conocimientos, las habilidades, los valores y no la suma de éstos. La convergencia de estos elementos es lo que da sentido, límites y alcances a la competencia.

Para lograr resultados en el desempeño es necesario modificar no solo el diseño curricular, sino también las prácticas de enseñanza y evaluación, las cuales se centraban en el acumulo de información en el estudiante. De tal suerte que la enseñanza en competencias propone que el alumno adopte un papel activo de manera que pueda ejercer sus conocimientos, habilidades y conductas.

El desempeño en la educación está determinado por una manifestación externa que evidencia el nivel de aprendizaje del conocimiento y el desarrollo de las habilidades y de los valores del alumno.

Las competencias, igual que las actitudes, no son potencialidades a desarrollar porque no son dadas por herencia ni se originan de manera congénita, sino que forman parte de la construcción persistente de cada persona, de su proyecto de vida, de lo que quiere realizar o edificar y de los compromisos que derivan del proyecto que va a realizar.

¿Qué es lo que hace que existan tantas diferencias entre unos alumnos y otros?, ¿qué diferencia a los buenos estudiantes de los que no lo son tanto? Son variadas las causas de estas diferencias: inteligencia, personalidad, conocimientos previos,

motivación, etcétera. Por otro lado, está demostrado que una de las causas más importantes, son la cantidad y calidad de las estrategias que los alumnos ponen en juego cuando aprenden.

Por este motivo han surgido en los últimos tiempos propuestas que bajo el título de enseñar a aprender, aprender a aprender o enseñar a pensar, intentan formar a profesores y alumnos en este tipo de aprendizaje. Pero, ¿qué son las estrategias de aprendizaje?, ¿es lo mismo estrategias de aprendizaje que técnicas de estudio?, ¿cuáles son las estrategias que el alumno debe conocer para realizar adecuadamente la mayoría de las actividades escolares?

3.3.2.- ESTRATEGIAS DIDACTICAS.

Las estrategias didácticas, son el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planifican de acuerdo con las necesidades de la población a la cual van dirigidas, los objetivos que persiguen y la naturaleza de las áreas y cursos con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje. Brandt (1998) afirma que, "Las estrategias metodológicas, técnicas de aprendizaje andragógico y recursos varían de acuerdo con los objetivos y contenidos del estudio y aprendizaje de la formación previa de los participantes, posibilidades, capacidades y limitaciones personales de cada quien".

Es relevante mencionar que las estrategias didácticas son -conjuntamente con los contenidos, objetivos y la evaluación de los aprendizajes- componentes fundamentales del proceso de aprendizaje.

Dado que la didáctica contempla tanto las estrategias de enseñanza como de aprendizaje, vamos aclarar la definición para cada caso.

Estrategias De Aprendizaje

Estrategias De Enseñanza

<p>Estrategias para aprender, recordar y usar la información. Consiste en un procedimiento o conjunto de pasos o habilidades que un estudiante adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas.</p> <p>La responsabilidad recae sobre el estudiante (comprensión de textos académicos, composición de textos, solución de problemas, etc.)</p> <p>Los estudiantes pasan por procesos como reconocer el nuevo conocimiento, revisar sus conceptos previos sobre el mismo, organizar y restaurar ese conocimiento previo, ensamblarlo con el nuevo y asimilarlo e interpretar todo lo que ha ocurrido con su saber sobre el tema.</p>	<p>Son todas aquellas ayudas planteadas por el docente que se proporcionan al estudiante para facilitar un procesamiento más profundo de la información. A saber, todos aquellos procedimientos o recursos utilizados por quien enseña para promover aprendizajes significativos.</p> <p>El énfasis se encuentra en el diseño, programación, elaboración y realización de los contenidos a aprender por vía verbal o escrita.</p> <p>Las estrategias de enseñanza deben ser diseñadas de tal manera que estimulen a los estudiantes a observar, analizar, opinar, formular hipótesis, buscar soluciones y descubrir el conocimiento por sí mismos.</p> <p>Organizar las clases como ambientes para que los estudiantes aprendan a aprender.</p>
--	---

La principal diferencia de este modelo educativo con el modelo tradicional, radica en la forma de cómo deberán abordarse los contenidos temáticos. Bajo esta nueva perspectiva, se deben utilizar estrategias didácticas basadas en el aprendizaje, que permitan a los alumnos en forma significativa y creativa, integrar el conocimiento de asignaturas como: la biología, la física, la química y las matemáticas entre otras.

La estrategia metodológica para lograr esa integración, plantea realizar actividades que involucren la aplicación de secuencias didácticas, que consisten en un conjunto de actividades ordenadas y estructuradas en forma lógica para la consecución de los propósitos educativos ya que el alumno primero hace lógico el conocimiento y después psicológico siendo esta la forma natural de aprender, por lo que es necesario plantear que el aprendizaje debe valorarse a partir de las siguientes dimensiones:

- **Dimensión conceptual.** En la dimensión conceptual, se consideran los contenidos informativos, que son el objeto de construcción del conocimiento. (Ledesma Muñoz & Conde Beristain , 2004)
- **Dimensión procedimental.** En la dimensión procedimental, se contemplan los procesos de construcción, apropiación y despliegue del conocimiento. (Ledesma Muñoz & Conde Beristain , 2004)
- **Dimensión Actitudinal.** La dimensión actitudinal, se refiere a los valores éticos, los estéticos y los no éticos (Ledesma Muñoz & Conde Beristain , 2004).

Así, lo que pretende el pensamiento categorial es la estructuración y articulación de los contenidos. Para ello, despliegan diferentes categorías de aprendizaje (nociones, conceptos superiores o mega conceptos), como son: espacio, tiempo, materia, energía, movimiento y diversidad; con ello se pretende ubicar a los alumnos en un contexto académico más amplio que les permita lograr un aprendizaje multidisciplinario e integral. Fundamentado en ello se ha realizado una antología que habla acerca de las principales estrategias de enseñanza categorizadas en tres grandes bloques que incluyen:

- Estrategias para adquirir o desarrollar conocimientos (**Aprender A Conocer**)
- Estrategias para adquirir o desarrollar habilidades (**Aprender A Hacer**)
- Estrategias para adquirir actitudes y valores (**Aprender A Ser**)

ESQUEMA INTEGRADOR DE ESTRATEGIAS Y PROCESOS

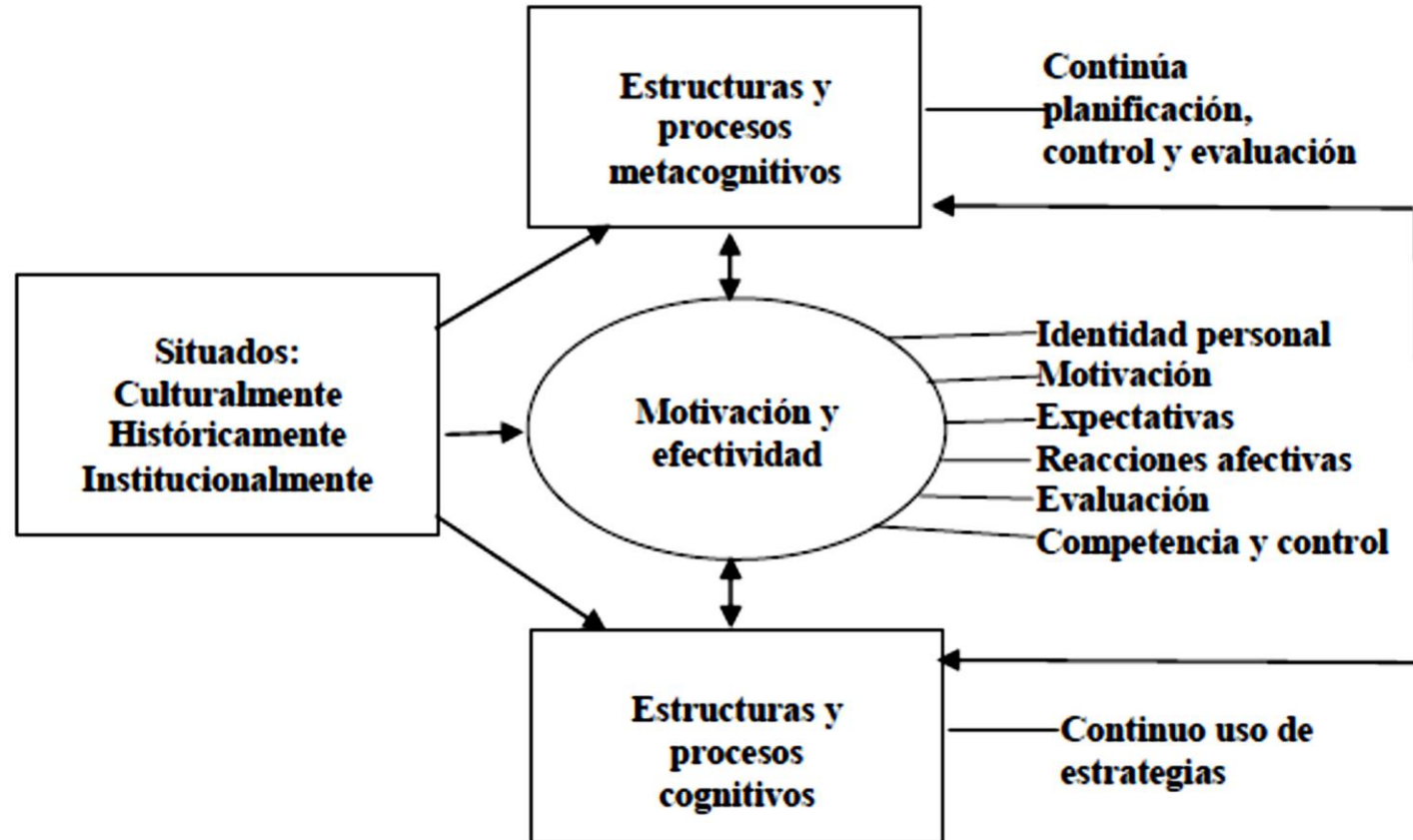


Figura. 1.- Esquema integrador de estrategias y procesos. En el esquema se observan los factores externos que modifican en el alumno la motivación o sus procesos cognitivos o metacognitivos, y las estrategias o planificación que de estos deriva

3.4.- ESTRATEGIA Y HERRAMIENTAS.

La estrategia parte de una red semántica, la cual se construye de forma nodal y de manera consecucional utilizando temas subtemas y tópicos de un tema de estudio o problema a abordar, la jerarquización que se utiliza esta dada por diferentes colores (**negro:** temas, **verde:** subtemas, **azul:** tópicos). La importancia radica en que este instrumento proporciona una visión de “paracaidista” de todo el contenido. A partir de la red es posible hacer cortes organizados por temas y tópicos y además observar el grado de inclusividad de los nodos de la red, también representa el dibujo de las complejas relaciones que se advierten entre los elementos del contenido. Esta capacidad de representar la complejidad conceptual de una manera sencilla es lo que confiere a las redes semánticas su utilidad para el análisis del contenido, representar la estructura cognitiva (conocimientos) de un sujeto organizada en esquemas, representar la estructura de contenidos de materiales de enseñanza y de aprendizaje, y, representar la estructura curricular de una disciplina académica. Lo que permite desarrollar mapas de conceptos los cuales definen la estructura lógica subyacente a cada tema.

3.4.1.- MAPAS CONCEPTUALES.

Los mapas se construyen a partir de los conceptos (o nodos) de cada tema colocando el concepto más englobador en la parte superior, después se colocan los menos englobadores siguiendo un esquema de diferenciación progresiva, posteriormente los nodos se conectan con líneas de unión y sobre ellas palabras clave que forman una proposición que clarifique el sentido de la unión. Los mapas deben ser vistos como diagramas bidimensionales que muestran la relación entre los conceptos de manera más específica y logran una reconciliación entre los temas, sub-temas y tópicos. Dada su naturaleza idiosincrática muestra el dominio del autor sobre el tema, en el momento en que desarrolla la herramienta. De esta

forma los mapas son dinámicos y cambian en función del entendimiento y dominio del tema de estudio.

A través de los mapas conceptuales que se desarrollaran, se resolverá el fundamento de cada una de las determinaciones aplicadas al control de calidad de agua potable comercial (problemática situada) y será la base para desarrollar los portafolios electrónicos que podrán ser evaluados a través de una rúbrica y de cuestionarios de autoevaluación.

Cada mapa da origen a un **diagrama “Ve” heurístico** en el cual se representa:

- La pregunta foco que se coloca en el centro del diagrama y que hace referencia al problema que se desea resolver
- El campo metodológico se coloca en la parte derecha de la herramienta utilizado para establecer los alcances asociados al proceso cognitivo (en el modelo de competencias se establecen los mínimos deseables y los mínimos indispensables), a través de verbos que implican acciones y niveles de conocimiento los cuales son:

1° Nivel. Identificación. Un proceso cognitivo donde el estudiante reconoce a nivel memorístico es asociado a este nivel y los verbos que lo identifican son por ejemplo: reconocer, focalizar, identificar, mostrar conocer, etc.

2° Nivel. Comparación. Está asociado a un proceso en el cual el estudiante establece semejanzas y diferencias entre hechos, conceptos, principios y procedimientos y los verbos asociados son por ejemplo: contrastar, diferenciar, discriminar, reconocer, recordar, etc.

3° Nivel. Clasificación. Está relacionado con la estructuración. Es un proceso donde el alumno forma categorías de hechos, conceptos, principios y procedimientos mediante clases conceptuales, por sus relaciones, propiedades o funciones. Los verbos que tienen una relación directa con el proceso son por

ejemplo: ordenar, agrupar, jerarquizar, conjuntar, categorizar, clasificar, relacionar, discriminar, etc.

4° Nivel. Razonamiento. Es un proceso que se puede presentar de las siguientes formas: a) deductivo, b) inductivo y c) analógico, así los verbos asociados son por ejemplo; analizar, inferir, deducir, concluir, argumentar, generalizar, descomponer, seleccionar, etc.

5° Nivel. Procesos de Integración y Estructuración del Conocimiento. En este nivel de complejidad el estudiante organiza, resume, sintetiza y crea esquemas con la finalidad de estructurar lo aprendido en un todo coherente e integrado. Los verbos que lo identifican son; elaborar, interpretar, sintetizar, comprender, integrar, globalizar, relatar, organizar, utilizar, emplear, resolver, relacionar, calcular, etc.

6° Nivel. Resolución de Problemas y la Creatividad. El proceso más complejo, en este proceso el estudiante define el espacio, los factores y variables que configuran el problema e identifica o propone un arreglo de operadores para generar soluciones, entonces los verbos asociados a este proceso son; aplicar, crear, recrear, diseñar, ejecutar, operar, planificar, producir, reconstruir, sinterizar, construir, representar, etc.

- El campo teórico colocado en la parte izquierda de la herramienta el cual está relacionado con el conocimiento previo.
- El evento que se coloca en el vértice del diagrama que está asociado a las relaciones actuales de utilidad.

3.4.2.- DIAGRAMAS “VE”.

Los diagramas “Ve” son base para el desarrollo del plan de clase y los instrumentos de evaluación y permiten transitar al modelo de competencias a través de los verbos utilizados en el diagrama los cuales implican tareas. La parte izquierda está relacionada con el conocimiento previo y por lo tanto permite la

formulación de los exámenes diagnóstico así también permite establecer la parte propedéutica de la asignatura en cuestión en un diseño curricular, con la parte derecha del diagrama es posible generar los instrumentos que permiten hacer evaluación formativa y sumativa, además son la base para el desarrollo de planes de clase (los cuales no son motivo del presente trabajo) utilizando un catálogo de técnicas, instrumentos y reactivos para formular los instrumentos de evaluación que en el modelo de competencias son necesarios para evaluar el “saber conocer”. **(Figura 2).**

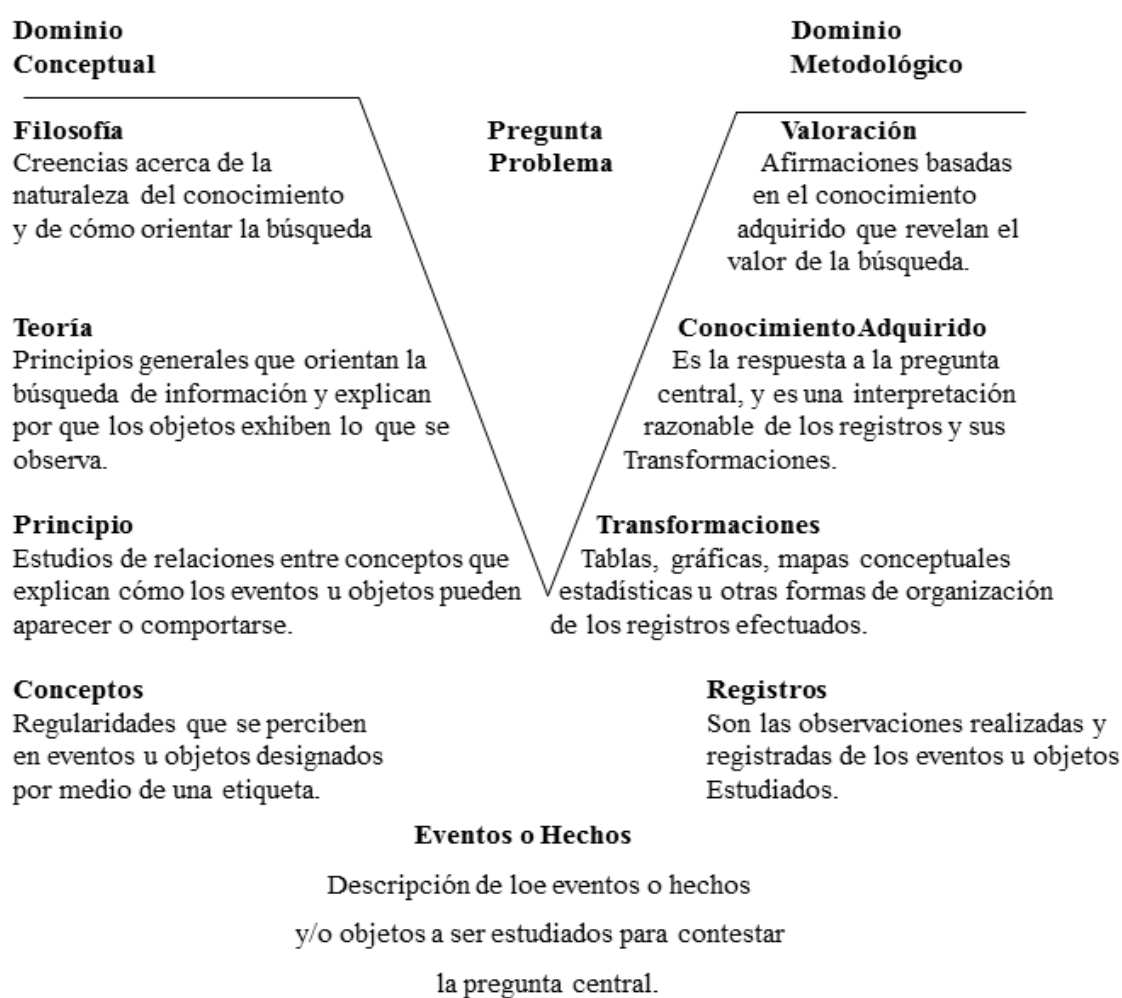


Figura 2.- Diagrama “Ve”. Se observa la estructura del diagrama y la relación que guarda el dominio conceptual y el dominio metodológico en la resolución de la pregunta problema, así como también los eventos estudiados para su respuesta.

Las herramientas antes descritas permitirán realizar un diseño curricular basado en el modelo de construcción del conocimiento y de esta forma transitar hacia un modelo de competencias donde la problemática situada será el “control de calidad de agua potable comercial”.

3.4.3.- DIAGRAMA DE BLOQUES.

El uso de diagramas de bloques representa el procedimiento a seguir en la actividad experimental de forma explícita y consecutiva y que se originan en el procedimiento establecido en la propia Norma Oficial.

3.4.4.- PORTAFOLIO ELECTRÓNICO.

Para evaluar los resultados de la resolución del problema situado, se generara un portafolio electrónico, el cual es una presentación que utiliza las TIC's¹ y que muestra el procedimiento realizado en cada una de las determinaciones experimentales incluyendo el fundamento teórico y el procedimiento asociado al control de calidad del producto comercial en estudio. El desarrollo de esta herramienta se realiza de la siguiente manera:

- **Recopilación de información:** desde el punto de vista del estudiante, el objetivo fundamental en este momento es recoger toda aquella información que sea susceptible de demostrar que se está progresando en el aprendizaje. Esta recogida se tendrá que hacer con un objetivo concreto teniendo en cuenta la finalidad última del portafolio electrónico. Y estará asociada a la problemática situada, el cual dependerá de una red semántica que muestra con una visión de paracaidista el contenido asociado al problema.

1 . Son un conjunto de redes, software y hardware que tienen como fin el comunicar y ofrecer fuentes de información de fácil acceso para lograr así, la mejora de la calidad de vida de la gente; y que hoy en día es una herramienta trascendental en el proceso de la enseñanza y educación.

- **Selección:** a partir de toda la información recogida habrá que seleccionar aquella según la cual es más evidente que se ha adquirido un determinado objetivo o competencia. En este momento deberán tenerse en cuenta aspectos como la audiencia, es decir, a quién va dirigido, y a partir de la cual se hará un resumen que será presentado en una presentación de tipo Power Point, Flash o cualquier otro programa de presentación de diapositivas.
- **Reflexión:** en esta subfase el estudiante tendrá que hacer explícita la justificación de por qué aporta aquella evidencia y no otra, así como deberá manifestar la relación entre la evidencia y el aprendizaje. Éste es un momento clave para la regulación del aprendizaje del alumno, por eso entendemos que el docente tendrá que poner especial atención anticipándose con posibles andamios que ayuden a aquél en esta regulación.
- **Publicación:** esta subfase coincide con el momento final de aportación de evidencias. Cuando se considera que ya se han aglutinado todas las evidencias y que éstas ponen de manifiesto que se han alcanzado los objetivos o competencias planteadas al inicio del problema.

3.4.6.- RUBRICAS.

Una rúbrica es un conjunto de criterios o de parámetros desde los cuales se juzga, valora, califica y conceptúa sobre un determinado aspecto del proceso educativo. Las rúbricas también pueden ser entendidas como pautas que permiten aunar criterios, niveles de logro y descriptores cuando de juzgar o evaluar un aspecto del proceso educativo se trata. (Díaz Barriga & Hernandez Rojas , 2002)

Las rúbricas son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que una persona muestra respecto de un proceso o producción determinada. Son escalas ordinales que destacan una evaluación del desempeño centrada en aspectos cualitativos, aunque es posible el establecimiento de puntuaciones numéricas.

También se puede afirmar que una rúbrica es una descripción de los criterios empleados para valorar o emitir un juicio sobre la ejecutoria de un estudiante en algún trabajo o proyecto. O dicho de otra manera, una rúbrica es una matriz que puede explicarse como un listado del conjunto de criterios específicos y fundamentales que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos o las competencias logrados por el estudiante en un trabajo o materia particular, y que a su vez funcionan como organizadores anticipados y una guía concreta y adecuada para la presentación de las evidencias que se mostraran en el portafolio electrónico.

3.4.7.- EVALUACIÓN.

El empleo racional de los principios y técnicas de evaluación del aprendizaje implica, no solo lograr una calificación, sino también determinar en qué medida se logran los objetivos del aprendizaje. Permite explorar el aprovechamiento del alumno y debe ser empleada como un recurso incorporado al proceso de generar mayor aprendizaje, no como un corolario o trámite final.

3.4.7.1.- Tipos de evaluación.

- **Diagnostica.** Permite establecer un juicio del desarrollo que posiblemente tendrá el proceso educativo, de tal suerte que se tomen decisiones y acciones pertinentes para hacer que el proceso educativo sea más viable y eficaz (proceso de planeación).

Esta evaluación permite identificar la realidad particular de los alumnos que participan en el proceso, comparándola con la realidad pretendida en los conceptos y los requisitos o condiciones que su logro demanda.

- **Formativa.** Sirve para designar el conjunto de actividades probatorias y apreciaciones mediante las cuales juzgamos y controlamos el avance

mismo del proceso educativo, examinando sistemáticamente los resultados de la enseñanza.

Tiene como propósito tomar decisiones respecto a las alternativas de acción o de dirección que se van presentando en el proceso de enseñanza-aprendizaje (pasar a los siguientes conceptos, repasar los anteriores, etc.)

- **Sumaria.** Sirve para designar la forma mediante la cual medimos y juzgamos el aprendizaje con el fin de certificarlo, asignar escalas valorativas y transportarlas a calificaciones, determinar promociones, etc.

De esta forma tomamos decisiones conducentes para asignar una calificación totalizadora a cada alumno que refleje la proporción de propósitos de la secuencia didáctica semestre o curso correspondiente. Permite explorar en forma equilibrada el aprendizaje en los contenidos incluidos, localizando en los resultados el nivel individual de logro.

4.- PROBLEMÁTICA SITUADA: CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE COMERCIAL.

4.1.- ANTECEDENTES.

Se propone un caso específico que guarda una estrecha relación con la asignatura química analítica, que consiste en realizar un control de calidad de agua potable, utilizando procedimientos establecidos en Normas Oficiales Mexicanas como: propiedades fisicoquímicas (color, olor y sabor), físicas (pH y densidad) incluyendo análisis gravimétricos (sulfatos) y análisis volumétricos (alcalinidad, cloruros, dureza total cálcica y magnésica, oxígeno disuelto, cloro residual y cloruros), utilizando material específico para cada determinación.

Se describe su desarrollo e implementación pedagógica de herramientas heurísticas, comunicando el procedimiento a través de TIC's mediados por rubricas y cuestionarios de autoevaluación y formatos específicos para reportar los resultados finales que permita establecer la calidad de este producto de consumo diario.

4.2.- COMPETENCIAS GENÉRICAS ASOCIADAS A LA PROBLEMÁTICA SITUADA.

- El alumno se conoce y valora a sí mismo, aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue.
- Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.
- Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos.
- Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida.
- Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.

- Contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables (reduciendo la cantidad de muestras para las determinaciones sin detrimento de los resultados de las valoraciones y consumiendo menor cantidad de reactivos).

4.3.- COMPETENCIAS PROFESIONALES ASOCIADAS A LA PROBLEMÁTICA SITUADA.

- Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con valores establecidos en documentos oficiales y comunica sus conclusiones.
- Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
- Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades experimentales.

4.4.- RESOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA SITUADA.

4.4.1.- RED DE PANAL (CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE 1).

Para resolver la problemática situada se generó una red de panal, la cual permitió tener una visión general de la problemática situada y de esta forma se establecieron dos bloques. Al resolver semánticamente el bloque I, se consideró la recepción de la muestra la cual requiere ser clasificada de acuerdo a la naturaleza de los análisis físico-químicos y químicos, preservación, transporte y almacenamiento de la muestra en caso necesario.

Seleccionar el tipo de muestreo necesario para el análisis del problema, reconocer los recipientes más adecuados asociado al tipo de análisis a realizar.

Y por último se establecerá los documentos que permitan dar un seguimiento al control de calidad, desde la toma de muestra hasta el ingreso de la misma al laboratorio y así ordenar los resultados finales.

La red permite tener una visión general del análisis y de esta forma organizar la toma, la recepción y los cuidados que se tienen para la toma de la muestra.

(Figura 3)

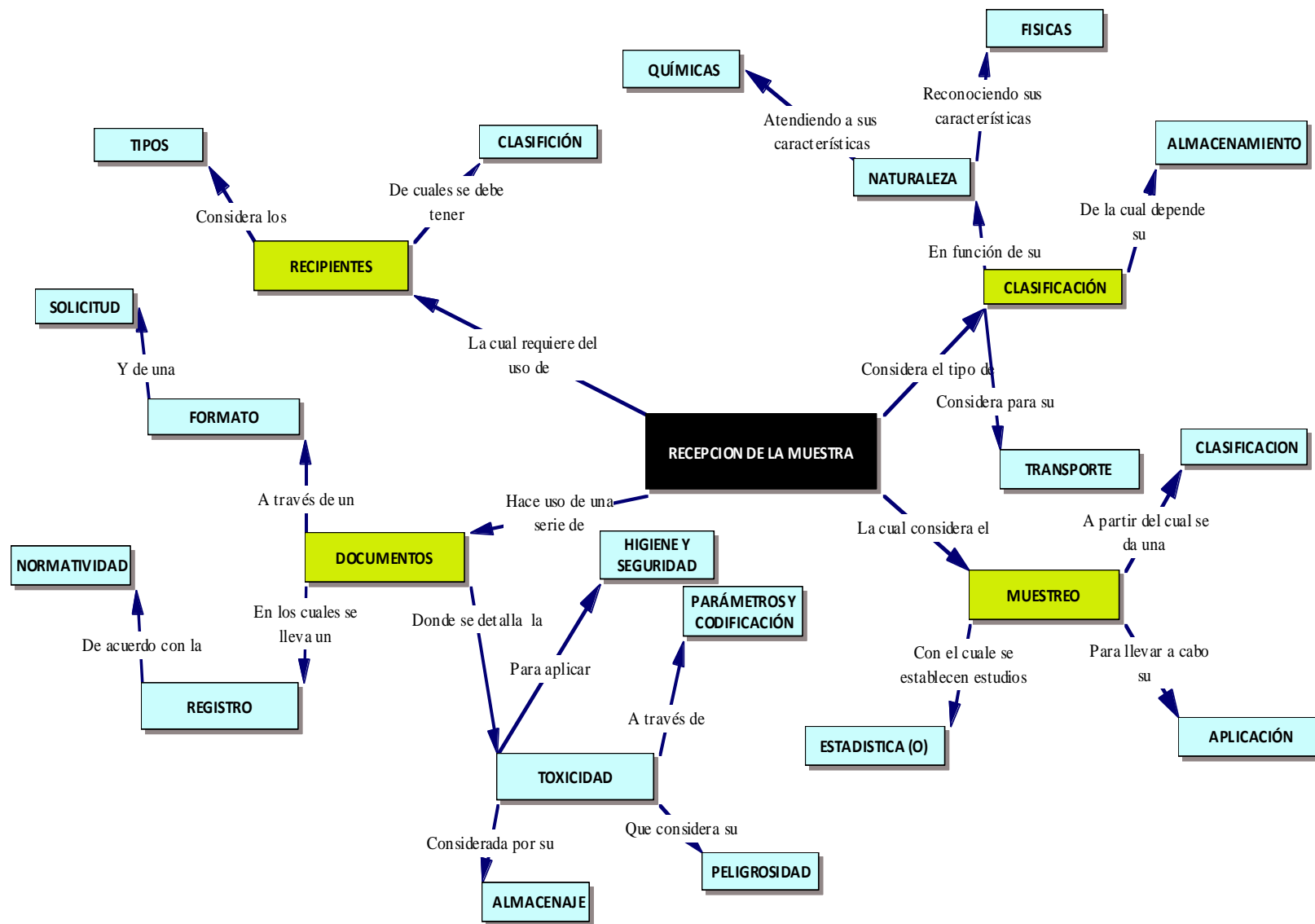


Figura 3.- Red de panal del bloque 1- Se muestra la red de panal construida para la problemática situada, donde se aprecia la recepción de la muestra y el seguimiento del análisis de la misma.

4.5.- DESARROLLO SEMÁNTICO DEL BLOQUE 1.

4.5.1.- NATURALEZA DEL AGUA.

El agua se encuentra distribuida en la naturaleza en diferentes estados de agregación y en diferentes formas, en los océanos corresponde a más del 97% del total del agua de la tierra, en agua superficial sólida acumulada en los grandes casquetes polares y en los glaciares de montaña que constituyen aproximadamente el 2.5% del total, agua superficial líquida que es la de los ríos y lagos, cuyo porcentaje es aproximadamente el 0.5% y el agua en forma de vapor localizada en la atmósfera que comprende el 0.001% del total.

En la actualidad el agua se distribuye en una ciudad de la siguiente manera: el volumen total poco menos de la mitad se destina al consumo doméstico, y de este volumen total, se la reparten la industria y el comercio.

Por lo tanto el abastecimiento de agua para uso humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas (en caso necesario), físicas, organolépticas y químicas.

Como consecuencia el agua para consumo humano: es aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para el ser humano. La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad. Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor. (Organización Mundial de la Salud, 2006)

4.5.2.- NATURALEZA FÍSICA Y QUÍMICA DEL AGUA.

El agua químicamente pura no existe en la naturaleza, contienen disueltos gases y sólidos. Físicamente es un líquido inodoro, transparente, incoloro e insípido. En grandes volúmenes presenta un matiz azulado. Su punto de ebullición al nivel del mar es de 100°C y su punto de congelación es de 0°C. A los 4°C alcanza su densidad máxima que es de 1 g/cm³ (Unda, O. F., Salinas, C. S., 2000).

Los elementos minerales más importantes que se encuentran en el agua natural y que producen alcalinidad, dureza y calidad salina pueden subdividirse en cuatro grupos, tal como puede observarse en la Figura 4. (López, A. P., 1994).

Grupo	Características	Minerales
1	Producen alcalinidad	<ul style="list-style-type: none"> • Carbonato de potasio (K₂CO₃) • Bicarbonato de potasio (KHCO₃) • Bicarbonato de sodio (NaHCO₃) • Carbonato de sodio (Na₂CO₃)
2	Producen dureza carbonatada y alcalinidad	<ul style="list-style-type: none"> • Carbonato de calcio (CaCO₃) • Carbonato de magnesio (MgCO₃) • Bicarbonato de calcio [Ca(HCO₃)₂] • Bicarbonato de magnesio [Mg(HCO₃)₂]
3	Producen calidad salina y dureza no carbonatada	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato de calcio (CaSO₄) • Cloruro de calcio (CaCl₂) • Nitrato de calcio [Ca(NO₃)₂] • Sulfato de magnesio (MgSO₄) • Cloruro de magnesio (MgCl₂) • Nitrato de magnesio Mg(NO₃)₂
4	Producen calidad salina, pero no dureza	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato de potasio (K₂SO₄) • Cloruro de potasio (KCl) • Nitrato de potasio (KNO₃) • Sulfato de sodio (Na₂SO₄) • Cloruro de sodio (NaCl)

Figura 4.- Minerales encontrados en el agua. Minerales asociados a la alcalinidad y a la dureza del agua y sus características.

Otras sustancias que las hacen agradable y nutritiva al agua son: el oxígeno y bióxido de carbono y sales minerales de potasio, sodio, calcio y magnesio en cantidades menores a 200 ppm, pues el exceso hace impropia el agua para el consumo. Debe estar exenta de materiales perjudiciales a la salud, libre de olores, colores y gérmenes infecciosos (Lopez Alegría, 1994)

Los cloruros aparecen en todas las aguas naturales en concentraciones que varían ampliamente. En las aguas de mar el nivel de los cloruros es en promedio de 19000 ppm; constituyen por tanto el anión más predominante. Sin embargo, en las aguas superficiales, su contenido es generalmente menor de 250 ppm en comparación con los bicarbonatos y sulfatos, que se encuentran en rangos entre 400 y 500 ppm.

Los cloruros en concentraciones razonables no son peligrosos para la salud. En cantidades por encima de 250 mg/L producen un sabor salado en el agua, el cual es rechazado por el consumidor (Romero Rojas , 1999).

El cloro y el hipoclorito son usados en las plantas potabilizadoras de agua como parte de la desinfección final del agua potable y es de gran importancia fundamental, ya que constituye la última barrera contra la transmisión de enfermedades bacterianas y víricas por el agua. De tal forma que se conoce como cloro residual al remanente del cloro usado en dicho proceso y, que según la Norma Oficial Mexicana (NOM-230-SSA1-2002, 2002) no debe sobrepasar de una concentración de 2 mg/L.

La lectura de pH conveniente es la neutra o débilmente básica. Pero ha de tenerse en cuenta que el pH puede estar influida por la dureza de carbonatos que contenga el agua.

Su temperatura debe fluctuar entre 10 y 15°C y debe ser de sabor agradable, las aguas que reúnen estas condiciones son llamadas aguas potables.

El agua potable, es agua para uso humano libre de contaminantes químicos, físicos y biológicos que no causa efectos nocivos para la salud (NOM-127-SSA1-1994, 2000)

Propiedades físicas del agua	Propiedades químicas del agua
Estado físico: solida, liquida, gaseosa	Reacciona con los óxidos ácidos
Color: incolora	Reacciona con los óxidos básicos
Sabor: insípida	Reacciona con los metales
Olor: inodoro	Reacciona con los no metales (sobre todo con los halógenos)
Densidad (ρ): 1g/ml a 4°C	Se une a las sales formando hidratos
Punto de congelación: 0°C	Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos
Punto de ebullición: 100°C	

Figura 5.- Propiedades fisicoquímicas del agua. Se muestran las propiedades fisicoquímicas del agua y algunas de las reacciones con otras especies químicas.

4.5.3.- MUESTREO.

La toma de muestras debe garantizar la representatividad de las características y concentraciones del efluente o cuerpo de agua analizado. Esto implica una preparación previa en cuanto a la selección de los puntos de muestreo más representativos, el material apropiado para su recolección, reactivo y/o medios de preservación, planillas de captura de información en campo, volumen apropiado del material captado, rótulos, y demás insumos que son necesarios para garantizar la integridad de la muestra y permitan conducirla al laboratorio lo más

representativa posible, es decir, que conserve las características originales para su posterior análisis.

Toda caracterización del agua implica un programa de muestreo apropiado de conformidad con normas estándar que aseguren precisión y exactitud en los resultados.

En general, un programa de muestreo para caracterización y control de calidad de agua supone un análisis cuidadoso del tipo de muestras, número de ellas y parámetros a analizar (Romero Rojas , 1999).

La Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA1-1993, 1993) ofrece una guía detallada para el muestreo de agua para uso y consumo humano en los elementos de un sistema de abastecimiento, en los cuales es necesario establecer vigilancia y control en la calidad del agua.

Llamamos “muestreo” a las actividades desarrolladas para obtener volúmenes de agua en un sitio determinado del sistema de abastecimiento, de tal manera que sean representativos, con el propósito de evaluar características físicas, químicas, y/o bacteriológicas.

Existen dos tipos de muestreo de aguas:

- **Muestra simple o instantánea:** la cual se realiza en una zona determinada una sola vez hasta completar un volumen representativo.
- **Muestra compuesta:** se toman varias muestras en distintos tiempos y se colocan en el mismo recipiente o en recipientes diferentes. Es aquella que se forma con la mezcla de muestras simples o instantáneas (la cual se consideró más pertinente para resolver nuestra problemática situada).

Cuando se toman varias muestras en un punto o estación de muestro (NOM-014-SSA1-1993, 1993), la norma indica tomar en primer lugar el volumen destinado al

análisis microbiológico y después la alícuota destinada a los análisis físico-químicos, esto con el fin de reducir contaminación de la muestra.

4.5.4.- ENVASES PARA TOMA DE MUESTRA.

Los recipientes para las muestras son generalmente de plástico o de vidrio, y se utilizan de acuerdo con la naturaleza de la muestra y sus componentes. Por ejemplo: para la determinación de metales no es conveniente utilizar recipientes de vidrio; estos recipientes liberan silicio y sodio, a su vez, pueden absorber trazas de metales contenidas en las muestras.

Los recipientes plásticos excepto los teflonados (politetrafluoroetileno, TFE) deben descartarse para muestras en las cuales se determinen compuestos orgánicos, estos materiales liberan sustancias de plástico por ejemplo esteres de ftalato del polímero y a su vez disuelven algunos compuestos orgánicos volátiles de la muestra.

Para el análisis físicoquímico se requerirá de envases de vidrio o de plástico inertes al agua de 2 L de capacidad como mínimo y que cuenten con tapones del mismo material que proporcionen un cierre hermético.

Para el muestreo del agua puede utilizarse frascos estériles de boca ancha de 125 ml con tapón esmerilado. Para muestreo de aguas cloradas, los frascos deben prepararse colocando 0.1 ml de una solución de Tiosulfato de sodio al 10% antes de la esterilización. Para el muestreo de hielo, se utilizan de frascos de vidrio tipo tarro de boca ancha y de 500 a 1000 ml de capacidad; puede utilizarse también bolsas de polietileno.

4.5.5.- ALMACENAMIENTO.

Las muestras deben de estar debidamente rotuladas, donde se incluya un código o número de identificación de la muestra, fecha en la cual se realiza la toma de muestra y de ser necesario también se incluya la hora de la toma de la muestra, el área geográfica y el sitio de la toma, así como también el tipo de muestra (agua residual, agua potable, lixiviado, etc.).

La preservación de las muestras pretende retardar al máximo los cambios químicos y biológicos que continúan inevitablemente después de que la muestra se retira de su fuente. Entre las técnicas más empleadas se encuentra la de refrigeración, en la que las muestras son depositadas en una hielera inmediatamente después de la toma de muestra, y se conduce inmediatamente hasta el laboratorio. Cabe mencionar que se sugiere evitar el uso de hielo seco ya que puede alterar el pH de las muestras, así como también se indica que la adición de los preservativos químicos (de ser necesarios) deben ser agregados previamente al envase que se usara para la recolección de la muestra.

Si la muestra tiene que ser transportada, se debe mantener a 4°C aproximadamente y no se debe almacenar por más de 8 h.

4.5.6.- MANEJO DE LA MUESTRA.

Las muestra empleadas provienen de botellas de agua potable para consumo humano de marca reconocida, las cuales no requirieron de un manejo especial debido a que estas son envasadas en condiciones libres de patógenos, sin embargo, no se dejó de lado algunas de las indicaciones mencionadas en el apéndice "A" de la NOM-014-SSA1-1993, así como evitar posibles contaminaciones por patógenos u otros compuestos que pudieran causar alteraciones en los resultados del análisis fisicoquímico que se llevó a cabo.

4.5.6.1.- Muestra.

Se seleccionaron 10 botellas de agua potable de consumo humano de la marca Bonafont de 1 L las cuales fueron adquiridas en la zona geográfica adyacente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán campo 1 (**Figura 6**), cuidando que las muestras adquiridas pertenecieran a diferentes lotes para asegurar que la muestra fuera representativa y compuesta.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio donde se realizó un pool con las mismas para su posterior estudio.



Figura 6.- Zona geográfica de muestreo. Mapa de la zona geográfica adyacente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y sitios de muestreo. (A la izquierda la FES Cuautitlán y a la derecha zona urbana Infonavit centro).

4.6.- RED DE PANAL (CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE 2)

Una vez resuelto teóricamente el bloque I, se utilizará una red panal para visualizar de forma global los análisis necesarios para el control de calidad de la muestra problema, resolviendo de forma experimental este bloque e incluyendo los análisis como: pH, densidad, pruebas organolépticas (color, olor y sabor), los análisis químicos que incluyen análisis gravimétricos y volumétricos. Dentro de los gravimétricos se considera la determinación de sulfatos, y dentro de los volumétricos encontramos la determinación de cloruros, oxígeno disuelto, cloro residual y sulfuros. Así también, en los análisis complejométricos consideramos la alcalinidad, dureza total, dureza magnésica y dureza cálcica. Y de igual forma los equilibrios de solubilidad y precipitación, óxido-reducción, acido-base y complejos respectivamente. **(Figura 7)**. Todos estos análisis se realizaron siguiendo procedimientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

De dichas normas se obtendrá el procedimiento experimental el cual se representara en diagramas de bloques, que además servirán para establecer las disoluciones y su concentración, material necesario y material que requiere tratamiento térmico.

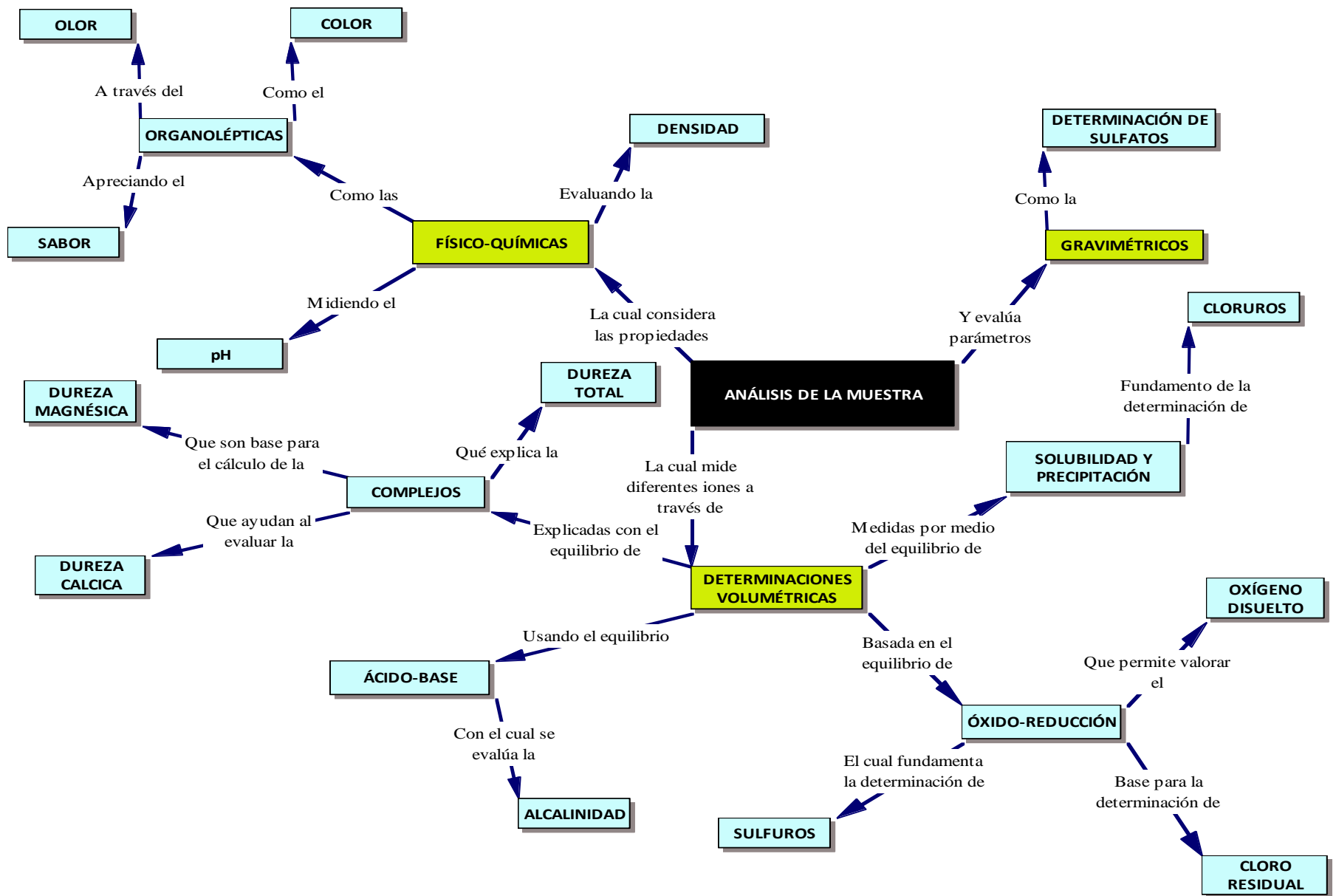


Figura 7.- Red de panal del bloque 2. En la red de panal se aprecia el análisis de muestra y los equilibrios a los que los diferentes análisis corresponden.

4.6.1.- BLOQUE 2. ANÁLISIS DE LA MUESTRA.

El análisis está basado en algunas determinaciones que forman parte del control de calidad que se realiza a este producto antes de salir al mercado y estar en manos de los consumidores, la realización de este control es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, por lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características, físicas, organolépticas y químicas.

La NOM establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización para el agua de uso y consumo humano, que deben de cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya en todo el territorio nacional.

En esta etapa se desarrolló el análisis de la parte físico-química del agua la cual es de interés en área de química analítica y fue desarrollada de acuerdo a la red de panal del bloque 2 (**Figura 7**) y de la herramienta heurística.

4.6.2.- APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS HEURISTICAS.

Se construyeron diagramas de bloques, mapas conceptuales y diagramas “Ve” para las determinaciones:

- Densidad.
- Propiedades organolépticas.
- Cantidad de pH en agua.
- Cantidad de sulfatos por gravimetría en agua.
- Cantidad de cloruros.
- Cantidad de oxígeno disuelto.
- Cantidad de cloro residual.
- Cantidad de sulfuros.
- Cantidad de dureza.
- Cantidad de alcalinidad.

4.6.2.1.- Herramientas heurísticas para determinar la densidad de agua.

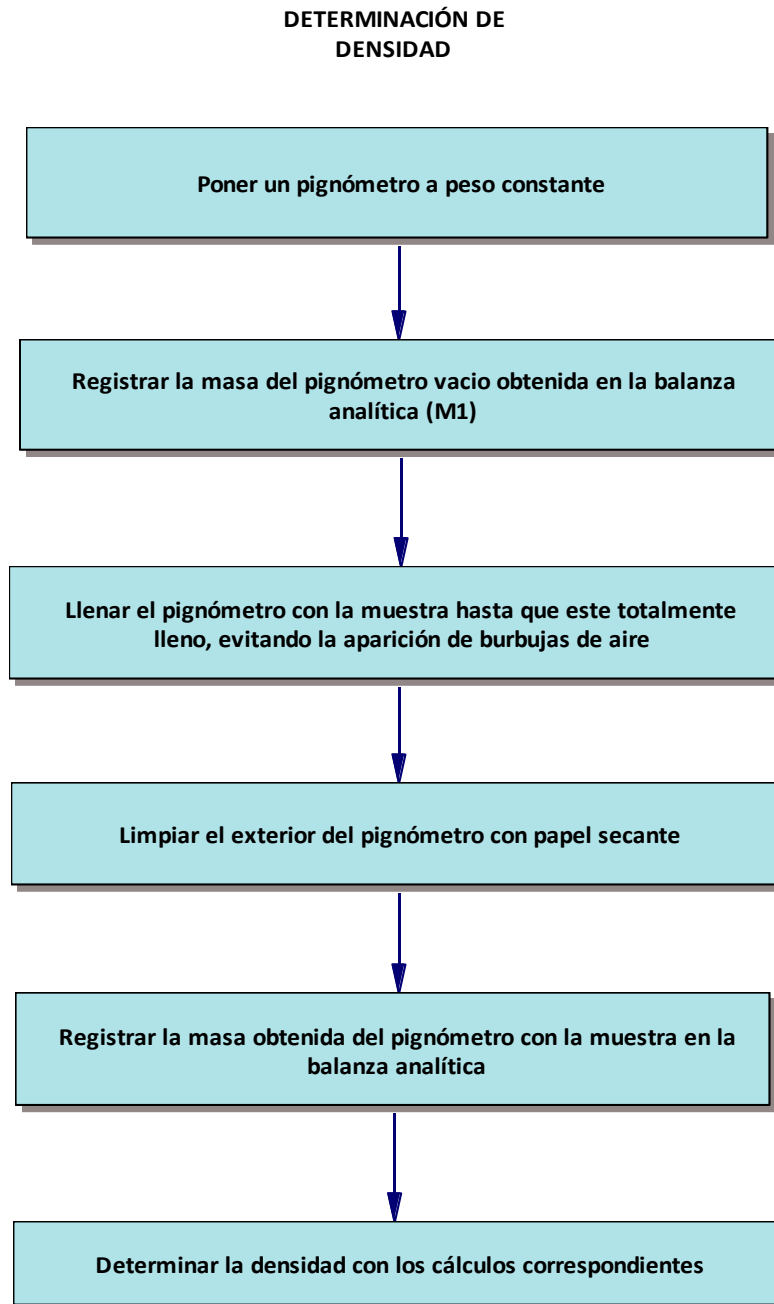


Figura 8.- Diagrama de bloques para la determinación densidad del agua. El diagrama muestra los pasos a seguir para dicha determinación.

Cálculos.

$$\rho = M_2 - M_1$$

Dónde:

P= densidad

M₁= masa de pignómetro a peso constante

M₂= masa de pignómetro con muestra

Densidad (método del picnómetro)

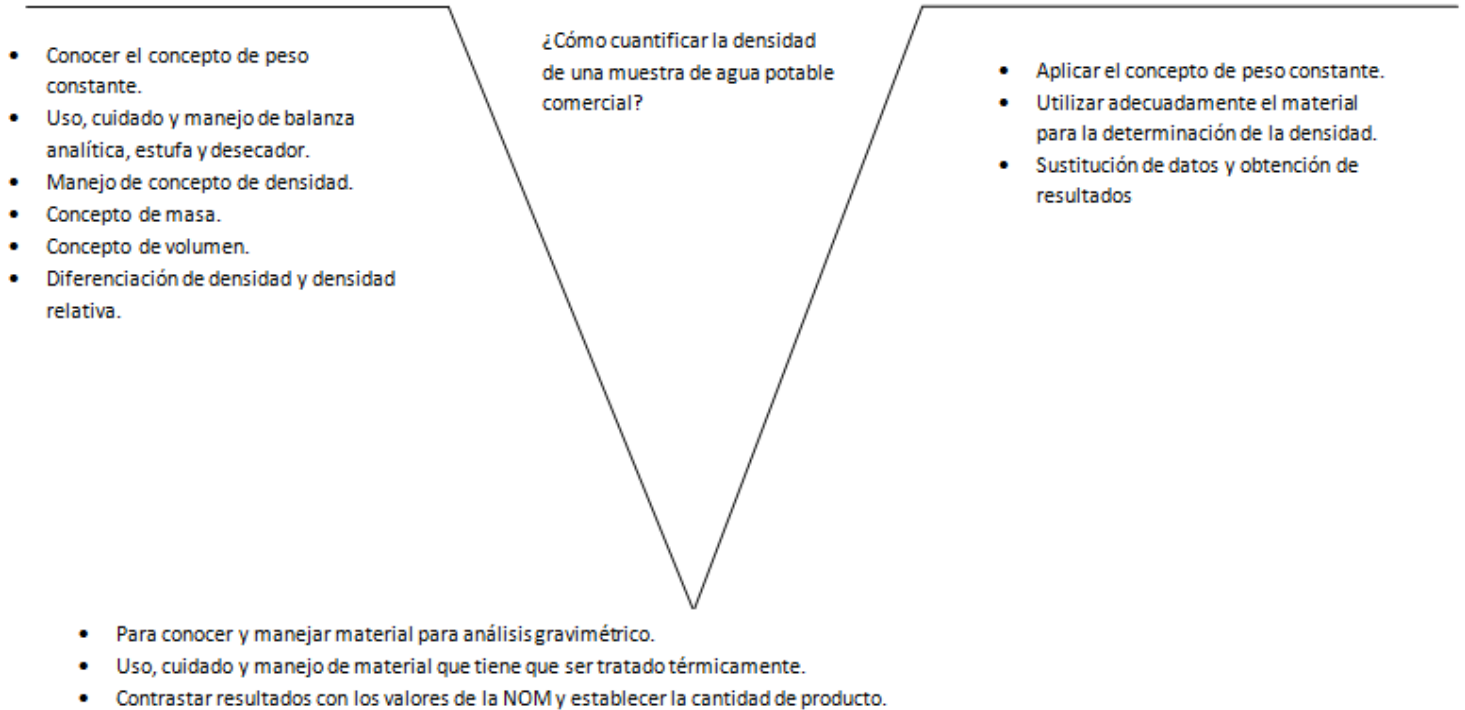


Figura 9.- Diagrama “Ve” para la determinación de densidad del agua. Se muestra la pregunta foco, el conocimiento previo necesario, así como los alcances de la determinación.

4.6.2.1.1.- Fundamento teórico para la determinación de densidad del agua.

La densidad, es una propiedad física, y se define como el cociente entre la masa y el volumen de una sustancia. Esta propiedad depende de la temperatura, por lo que al medir la densidad de una sustancia, ésta debe considerarse al momento de realizar la medición.

La medición de la densidad en agua potable es de vital importancia, debido a que en ella está implicada la masa de la sustancia, por lo que, una muestra con una elevada densidad puede ser manifiesto de contaminación, o de una alta concentración de minerales. De tal suerte que el control de calidad del agua incluye esta determinación y se encuentra fundamentada en la NOM-f-1982.

Dicha norma establece el método gravimétrico para la determinación, donde se utiliza un picnómetro a peso constante, (el picnómetro es un recipiente de vidrio provisto de un tapón con un tubo capilar marcado con un enrase en su parte superior) para asegurar el volumen y la masa requeridos, así como de una balanza analítica para registrar la masa del picnómetro sin muestra y la masa del mismo con la muestra.

Para establecer el control de calidad la norma establece un valor de 1 g/mL.

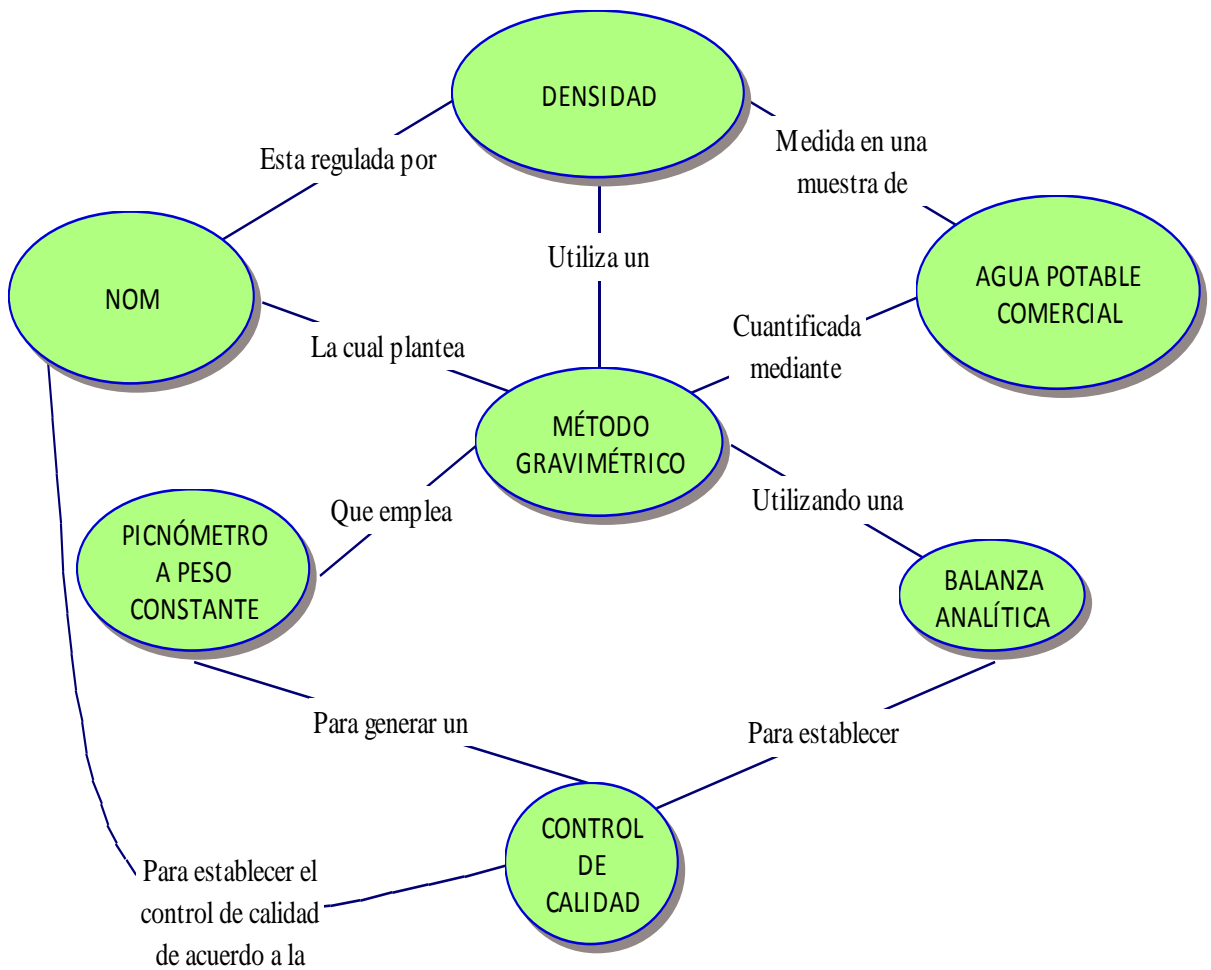


Figura 10.- Mapa conceptual para la determinación de densidad del agua. El diagrama muestra la relación teórica necesaria para el desarrollo de la determinación.

4.6.2.- Herramientas heurísticas para determinar las propiedades organolépticas del agua.

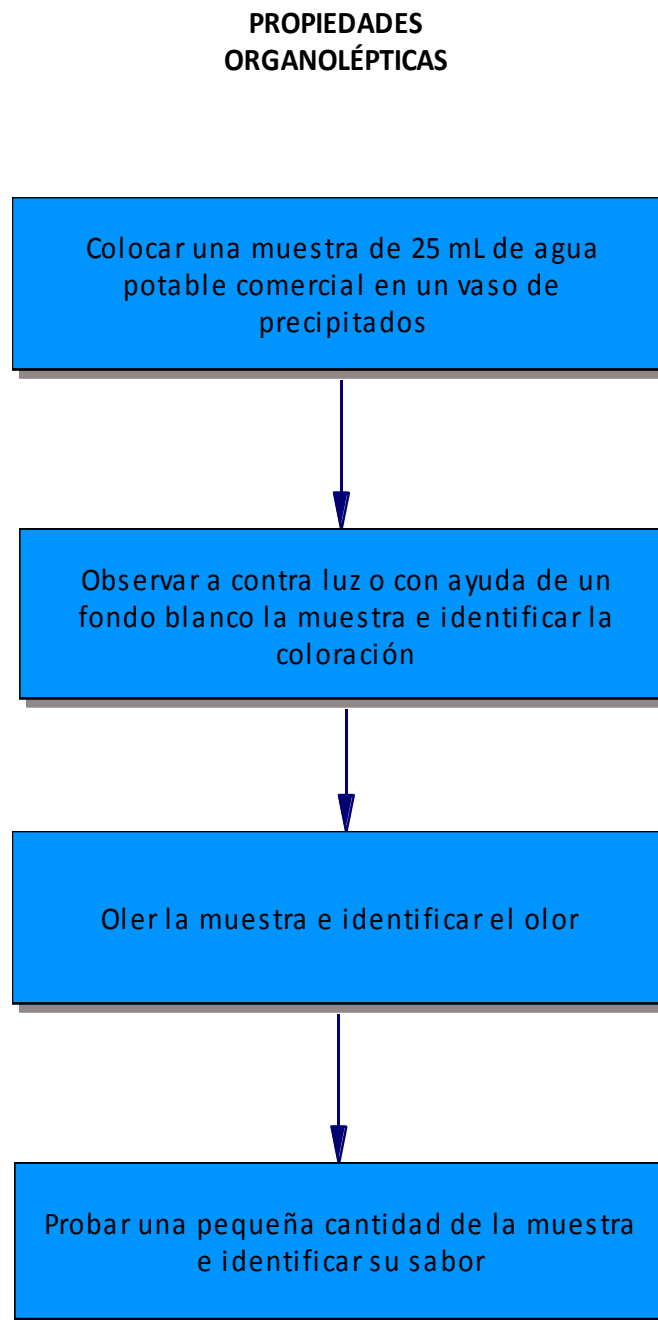


Figura 11.- Diagrama de bloques para la determinación de propiedades organolépticas del agua. El diagrama muestra los pasos a seguir para dicha determinación, así como también la cantidad de muestra necesaria.

Propiedades organolépticas

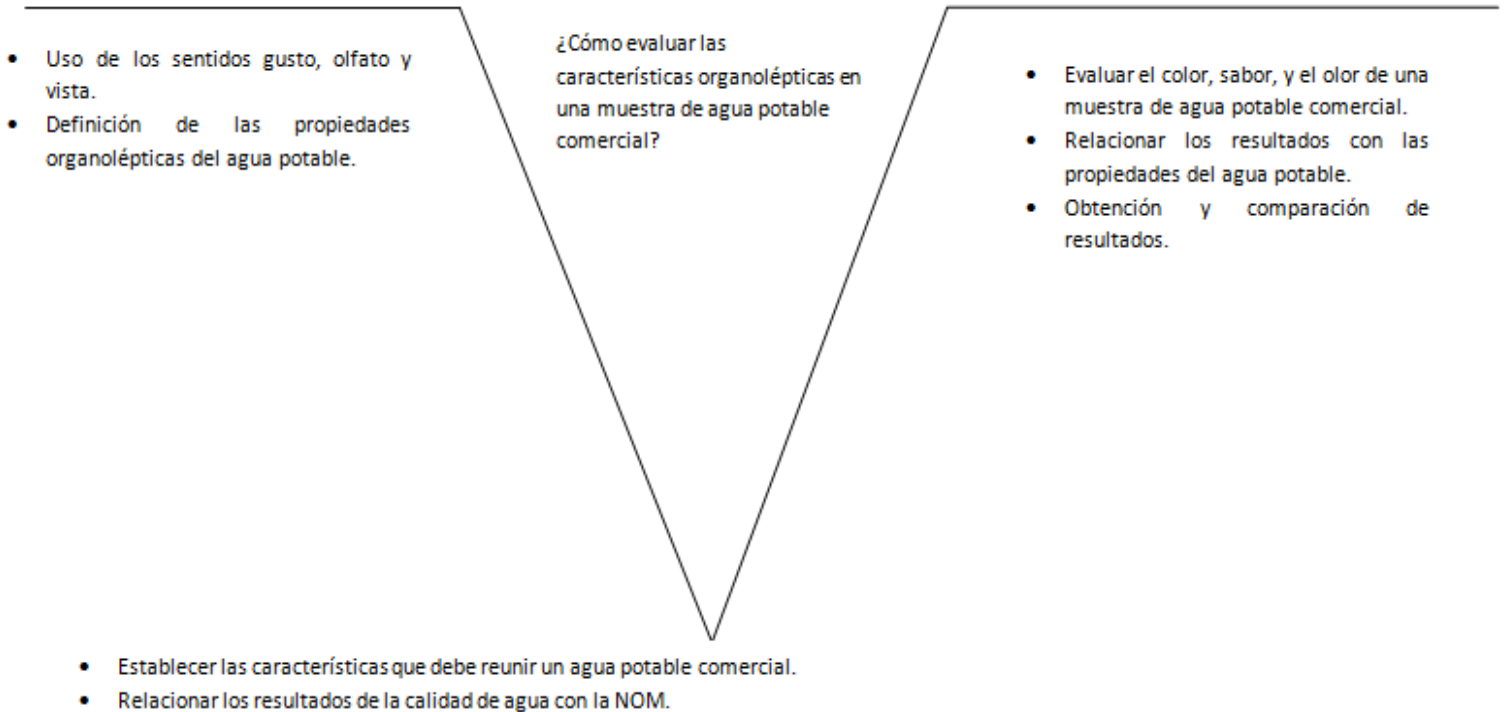


Figura 12.- Diagrama “Ve” para la determinación de propiedades organolépticas del agua. El diagrama muestra los conocimientos previos necesarios para responder la pregunta foco así como también los alcances de dicha determinación.

4.6.2.1.- Fundamento teórico para la determinación de propiedades organolépticas del agua potable.

Las características organolépticas son dependientes de la concentración de minerales que se encuentren presentes en el agua, un ejemplo de ello es Cu el cual otorga un color azul al agua.

De igual forma, el sabor y el olor, es dependiente e indicativo de la presencia de bacterias, hongos, u algas presentes en el agua.

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido por la NOM-127-SSA-1994 en la siguiente tabla.

Característica	Límite permisible
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método

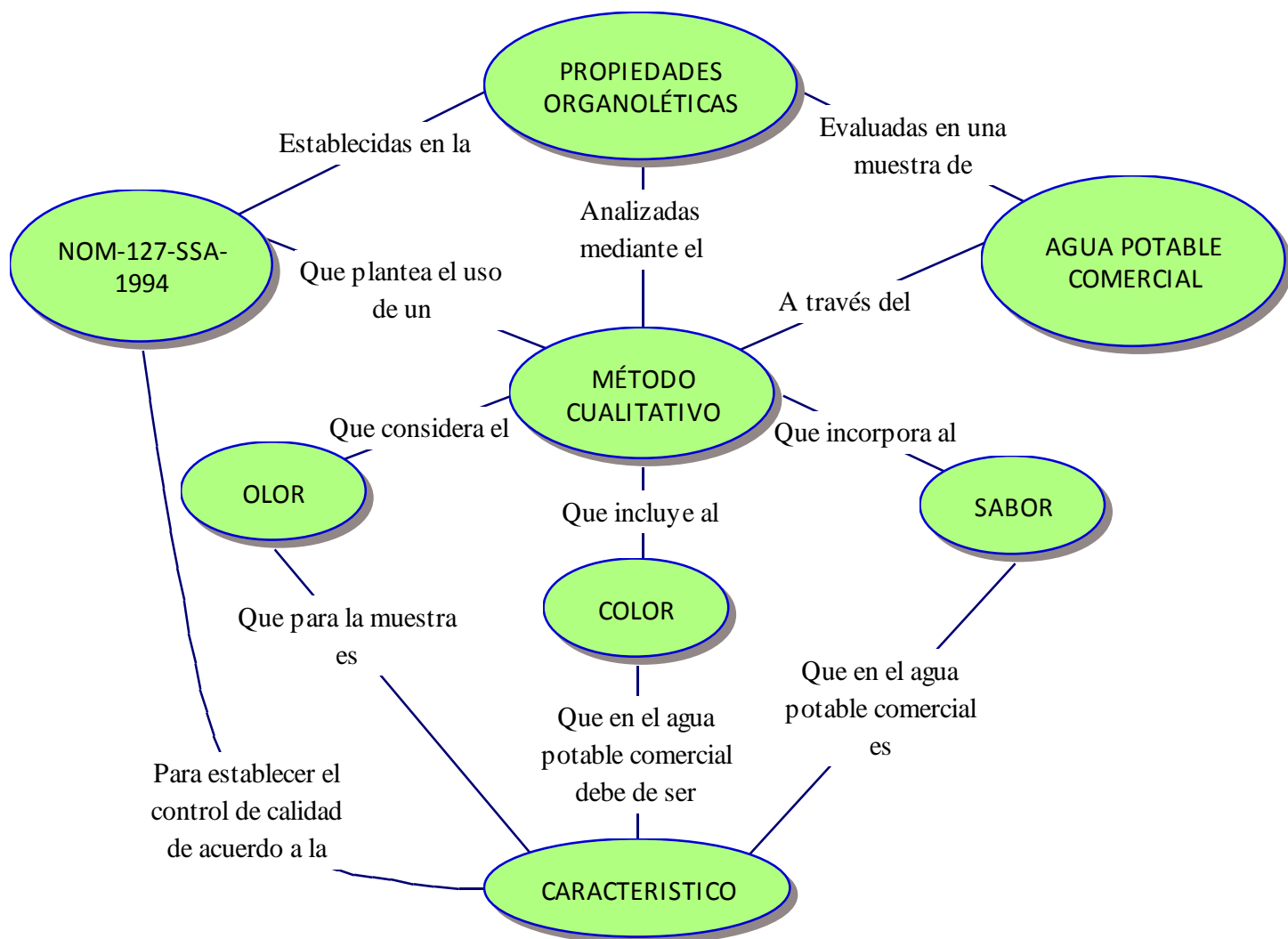


Figura 13.- Mapa conceptual para la determinación de propiedades organolépticas del agua. El diagrama muestra los conceptos relacionados en dicha determinación, los cuales se obtienen del fundamento teórico.

4.6.2.3.-Herramientas heurísticas para la determinación de pH en agua.

CANTIDAD DE pH EN AGUA

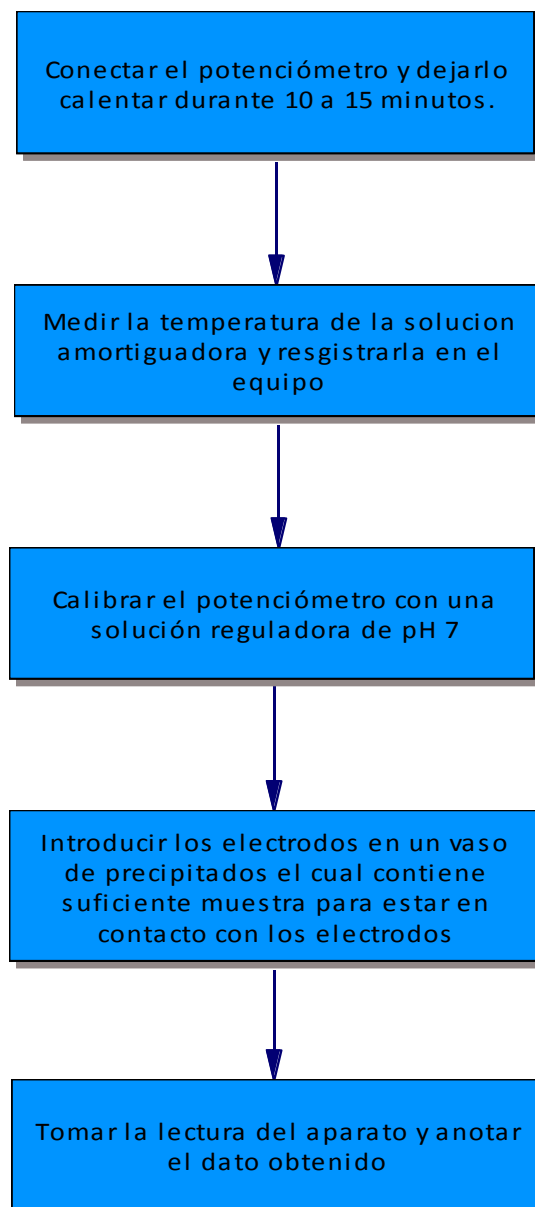


Figura 14.- Diagrama de bloques para la determinación de pH en agua. El diagrama muestra los pasos a seguir en la determinación, así como la calibración del equipo utilizado para la determinación.

pH (potenciometría)

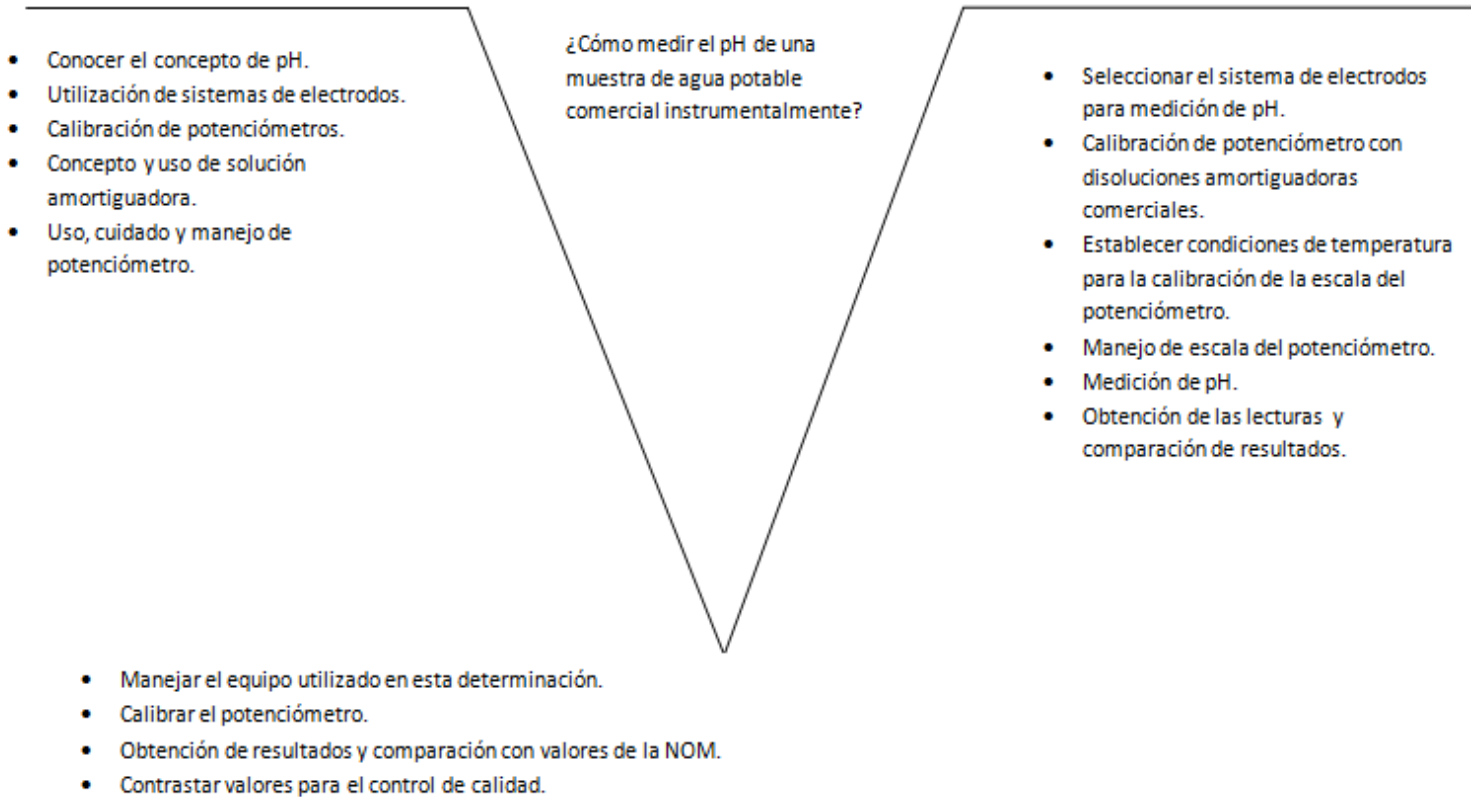


Figura 15.- Diagrama “Ve” para la determinación de pH del agua. El diagrama muestra los alcances de la determinación así como los conocimientos previos requeridos para resolver la pregunta foco.

4.6.2.3.1.- Fundamento teórico para la determinación de pH del agua.

El pH del agua está dado por la concentración de H^+ que se encuentran presentes en una muestra problema y fue definido por Sørensen en 1909.

El método electrométrico se basa en la medición de la fuerza electromotriz de una celda electroquímica, que consta de la muestra, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y que juntos forman parte del equipo conocido como potenciómetro. El sistema de electrodos es específico para la medición de esta propiedad.

La calibración del equipo requiere de un sistema amortiguador de pH, el cual está constituido por un ácido y una base conjugada que coexisten en la misma solución, cuya función es evitar que el pH varíe, es por ello que se utilizan soluciones amortiguadoras de pH conocido para la calibración de este equipo. Para esta misma calibración es necesario medir la temperatura de este mismo sistema amortiguador cuyo valor es registrado en el equipo. Una vez registrados los valores de temperatura, el equipo se calibra al pH de la solución amortiguadora comercial.

Una vez calibrado el aparato se mide el valor de pH de la muestra el cual debe fluctuar entre: 6.5-8.5 el cual está establecido en la documentación oficial.

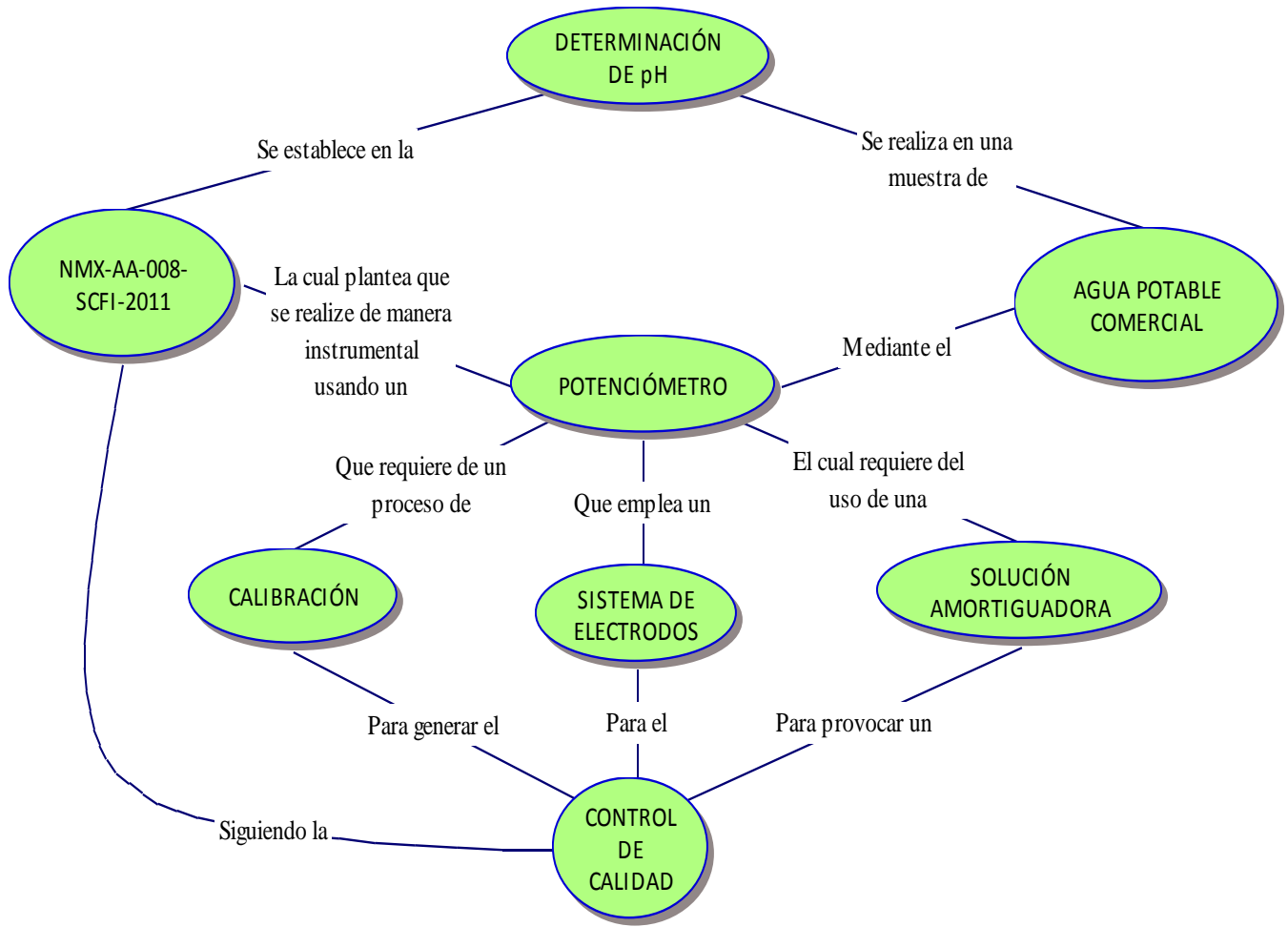


Figura 16.- Mapa conceptual para la determinación de pH del agua. El mapa conceptual muestra los conceptos requeridos necesarios para la determinación de pH, los cuales están fundamentados en la norma oficial.

4.6.2.4.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de sulfatos por gravimetría en agua.

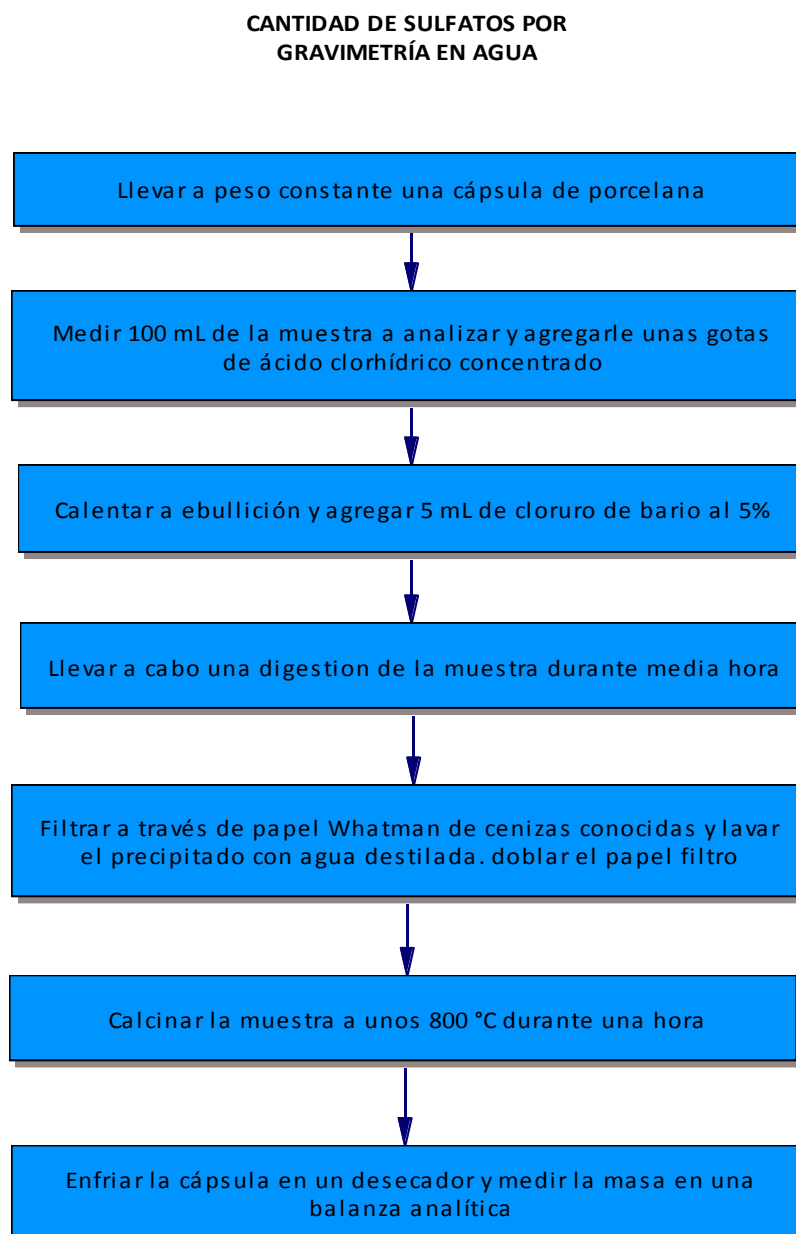


Figura 17.- Diagrama de bloques para la determinación de la cantidad de sulfatos por gravimetría en agua. El diagrama muestra el procedimiento realizado en dicha determinación., indica la cantidad de muestra y los reactivos necesarios.

Cálculos.

$$\text{mg de SO}_4^{2-}/\text{L} = \frac{M_2 - M_1 \times F \times 1000}{\text{Muestra}}$$

$$\text{Factor gravimétrico} = \frac{\text{Masa molar de sustancia a determinar}}{\text{Masa molar del precipitado}}$$

Dónde:

M_1 = masa de capsula a peso constante F = Factor gravimétrico

M_2 = masa de la capsula con cenizas

Sulfatos

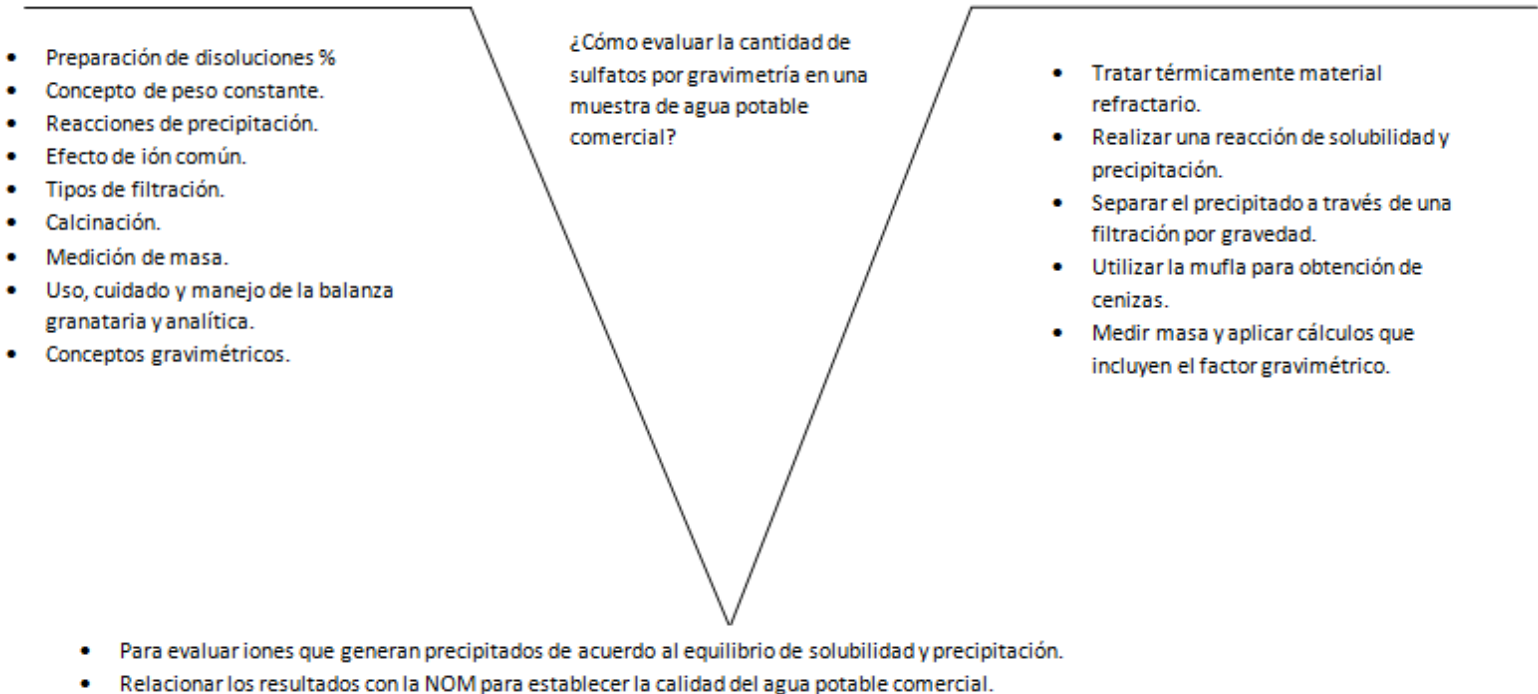


Figura 18.- Diagrama “Ve” para la determinación de la cantidad de sulfatos por gravimetría en agua. El diagrama muestra la pregunta foco, a partir de la cual se determina el conocimiento previo requerido y los alcances por lograr.

4.6.2.4.1.- Fundamento teórico para la determinación de sulfatos por gravimetría en agua.

Los sulfatos se establecen como la cantidad de iones presentes en una muestra de agua potable comercial.

Estos iones están presentes de manera natural y provienen de numerosos minerales (barita epsomita, tiza, etc.). Los sulfatos son sales solubles en agua, por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones.

El origen de los sulfatos se debe fundamentalmente a los procesos de disolución de las tizas, existentes en el terreno, en el agua subterránea.

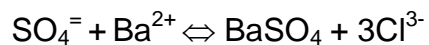
Dichos iones se cuantifican en función de la NMX-AA-074-1981 que establece el uso de un método gravimétrico para la determinación; el cual se basa en la formación de sales insolubles o precipitadas. Por lo tanto, el estudio se realiza en fase sólida, lo que implica generar un precipitado, que se produce entre el cloruro de bario y los sulfatos de la muestra problema en presencia de ácido clorhídrico, que químicamente se reconoce como efecto de ion común.

Posteriormente el sistema se somete a un proceso de calentamiento y se deja en reposo lo que provoca un mayor crecimiento de los cristales del precipitado, proceso que en gravimetría se conoce como proceso de digestión.

Los cristales obtenidos después de la digestión son separados a través de un proceso de filtración por gravedad con un papel específico para el sistema gravimétrico los cuales son de cenizas conocidas y poro fino.

El producto obtenido de este proceso de filtración es sometido a un proceso de calcinación utilizando una mufla, la cual permite alcanzar temperaturas superiores a los 800 °C, las cuales permiten obtener la masa exclusivamente del sulfato de bario producido en la reacción de precipitación de la determinación, y que son cuantificados en una balanza analítica.

La reacción iónica balanceada de la determinación es la siguiente:



HCl

Esta reacción permite establecer el factor gravimétrico el cual se calcula de la siguiente manera: masa molar del ion buscado ÷ la masa molar del precipitado obtenido.

El resultado final se compara con los valores de la norma NMX-AA-074-1981 los cuales establecen 200 ppm como máximo de sulfatos presentes.

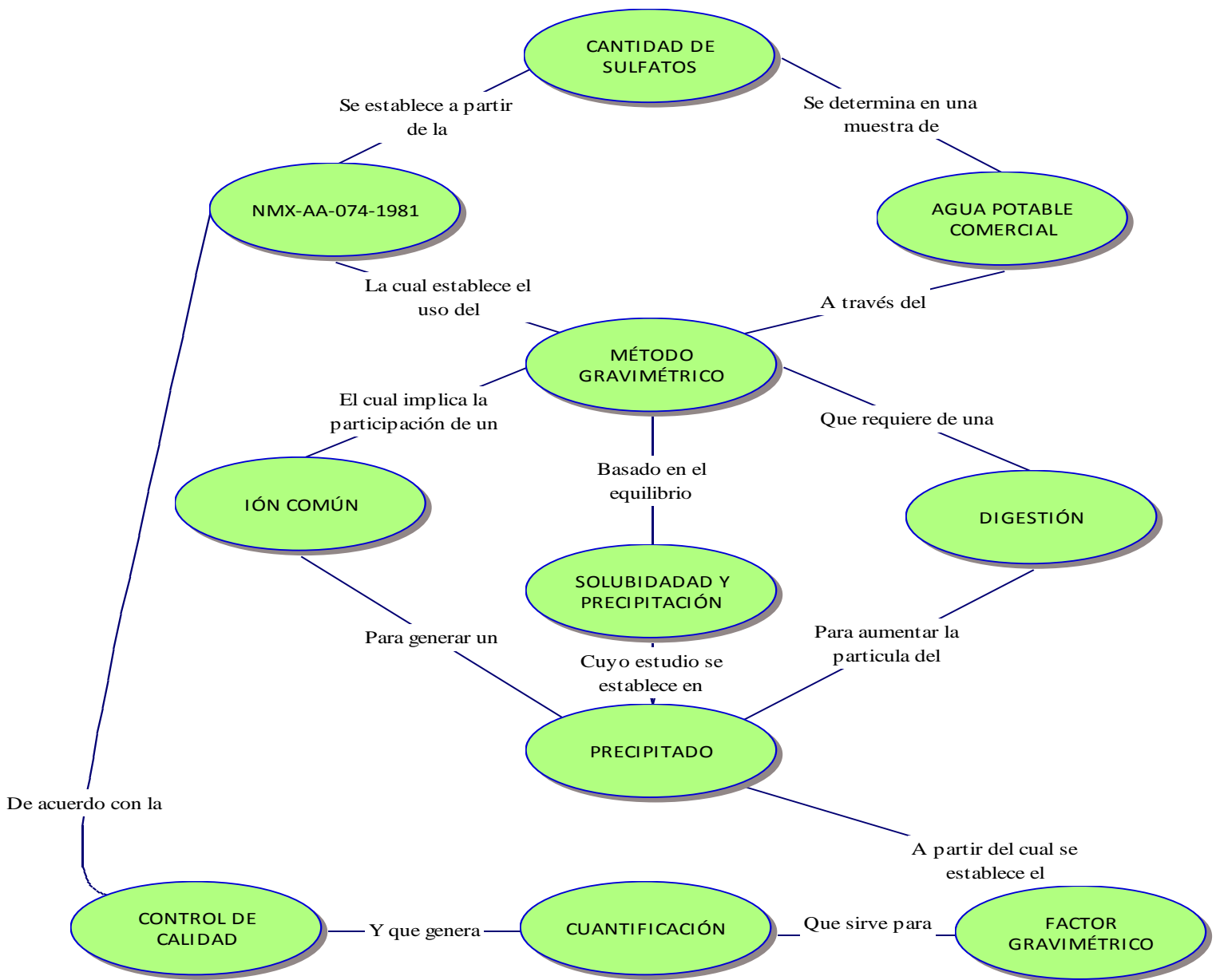


Figura 19.- Diagrama de bloques para la determinación de cantidad de sulfatos por gravimetría. En el diagrama se encuentran los conceptos necesarios para el desarrollo de la determinación, los cuales se encuentran fundamentados en la norma oficial y se abordan en el fundamento teórico de la determinación.

4.6.2.5.- Herramientas heurísticas para la determinación de la cantidad de cloruros en agua.

CANTIDAD DE CLORUROS

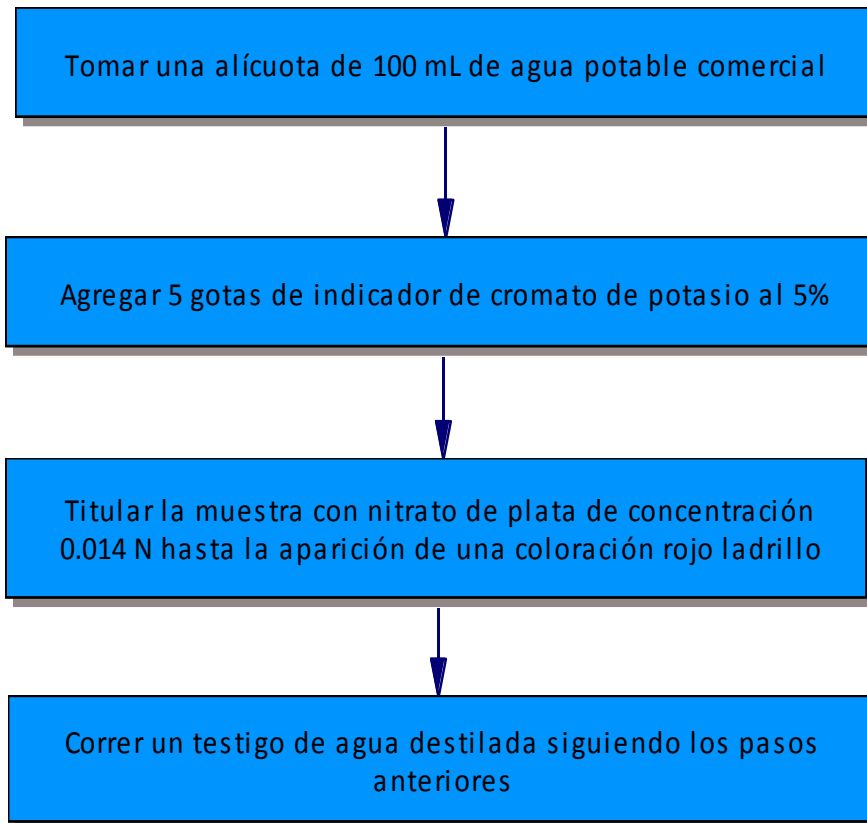


Figura 20.- Diagrama de bloques para la determinación de la cantidad de cloruros en agua. El diagrama muestra el procedimiento realizado, la muestra requerida y los reactivos utilizados en dicha determinación.

Cálculos.

$$\text{ppm cloruros (NaCl)} = \frac{\text{Vol AgNO}_3 \times \text{N AgNO}_3 \times \text{meqNaCl} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$$

Dónde:

Vol. AgNO₃= volumen gastado de nitrato de plata

N AgNO₃= Concentración normal de nitrato de plata

Meq NaCl= miliequivalentes de cloruro de sodio

Cloruros

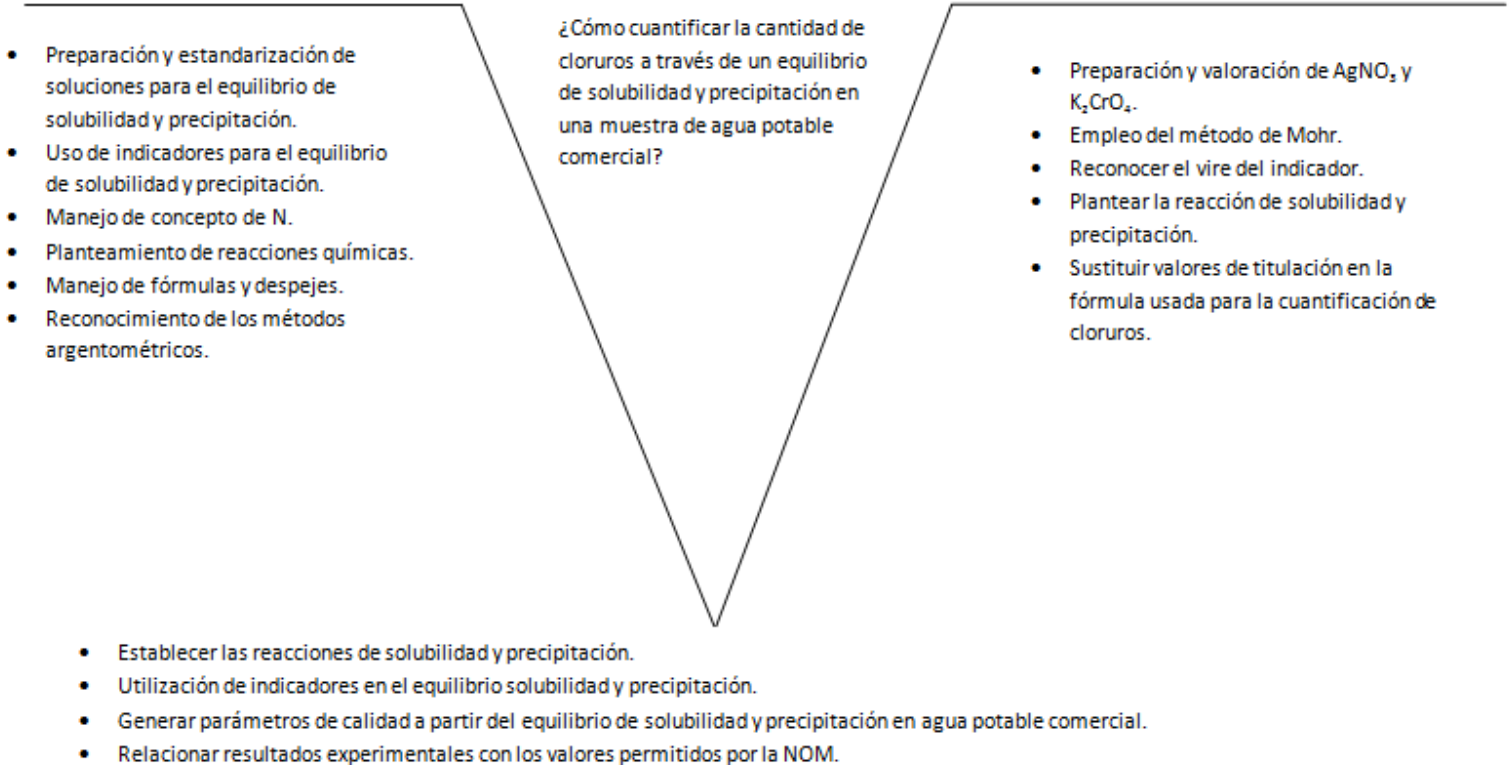


Figura 21.- Diagrama “Ve” para la determinación de la cantidad de cloruros en agua. A partir de la pregunta foco se determina cuáles son los conocimientos previos necesarios para el desarrollo de la determinación, y los alcances que se pretenden.

4.6.2.5.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad de cloruros en agua

La cantidad de cloruros se define como los iones Cl^- que se encuentran presentes en una muestra comercial de agua de consumo humano, estos se pueden cuantificar de acuerdo a lo establecido en la norma NOM-AA-73-1981 que regula la cantidad de iones cloro mediante la utilización del método de Morh, el cual establece reacciones basados en el equilibrio de solubilidad y precipitación, utilizando soluciones de plata mediante una titulación argentométrica, la cual se lleva a cabo con una solución de nitrato de plata de concentración conocida en presencia de una solución indicadora de cromato de potasio, en la que primeramente se manifiesta un precipitado de $\text{AgCl}\downarrow$ blanco, al adicionar suficiente cantidad de AgNO_3 para disminuir la concentración de cloruros se lleva a cabo una reacción en la que la Ag y los CrO_4 de la solución indicadora reaccionan formando un precipitado de $\text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow$ rojo ladrillo el cual nos indica el punto final de la valoración y las reacciones que se llevan a cabo son las siguientes:



Para establecer el control de calidad la norma permite como máximo 250 ppm de iones cloro.

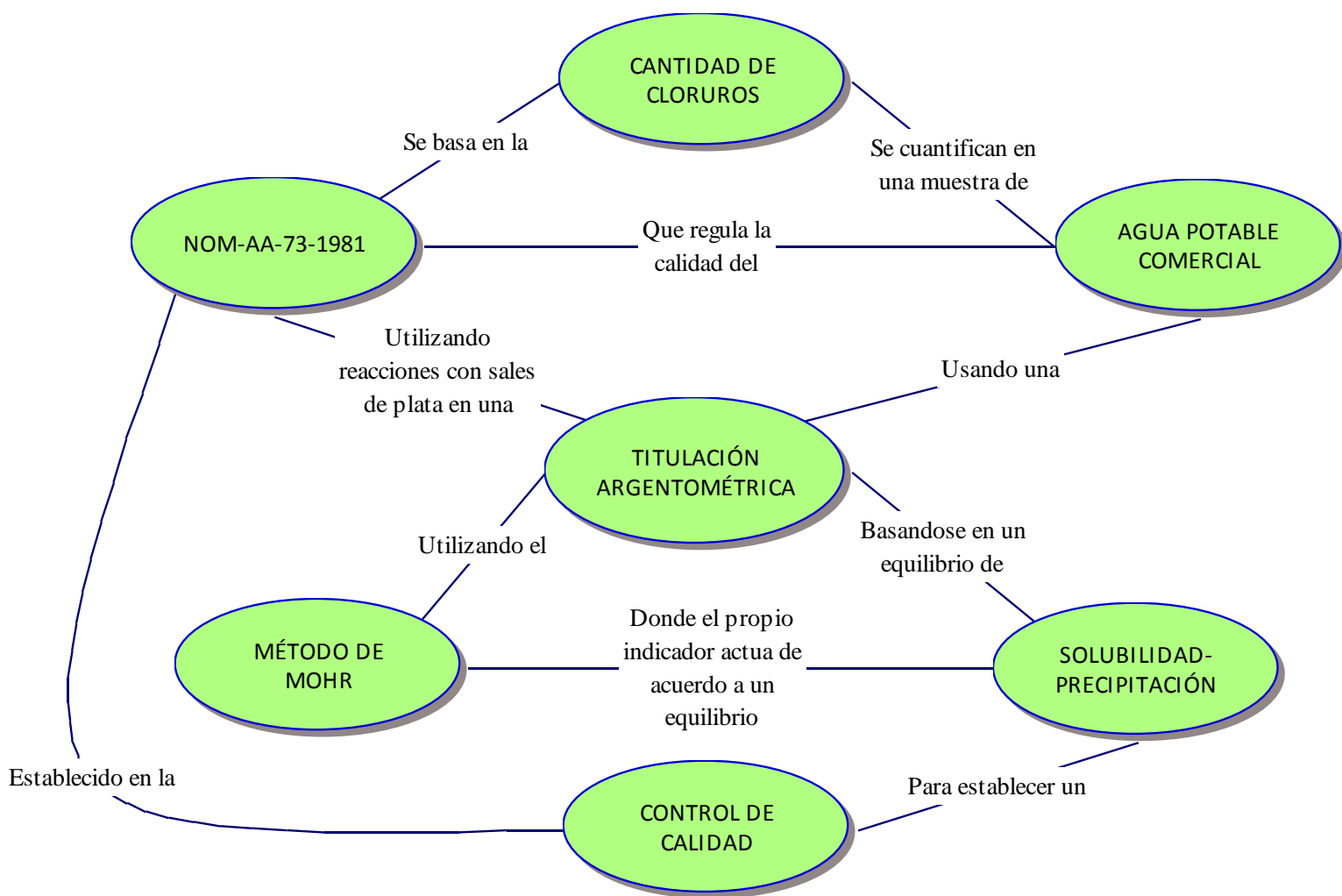


Figura 22.- Mapa conceptual para la determinación de cantidad de cloruro en agua. El diagrama muestra los conceptos establecidos en la norma oficial, y los cuales se abordan en el fundamento teórico de dicha determinación.

4.6.2.6.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de oxígeno disuelto en agua.

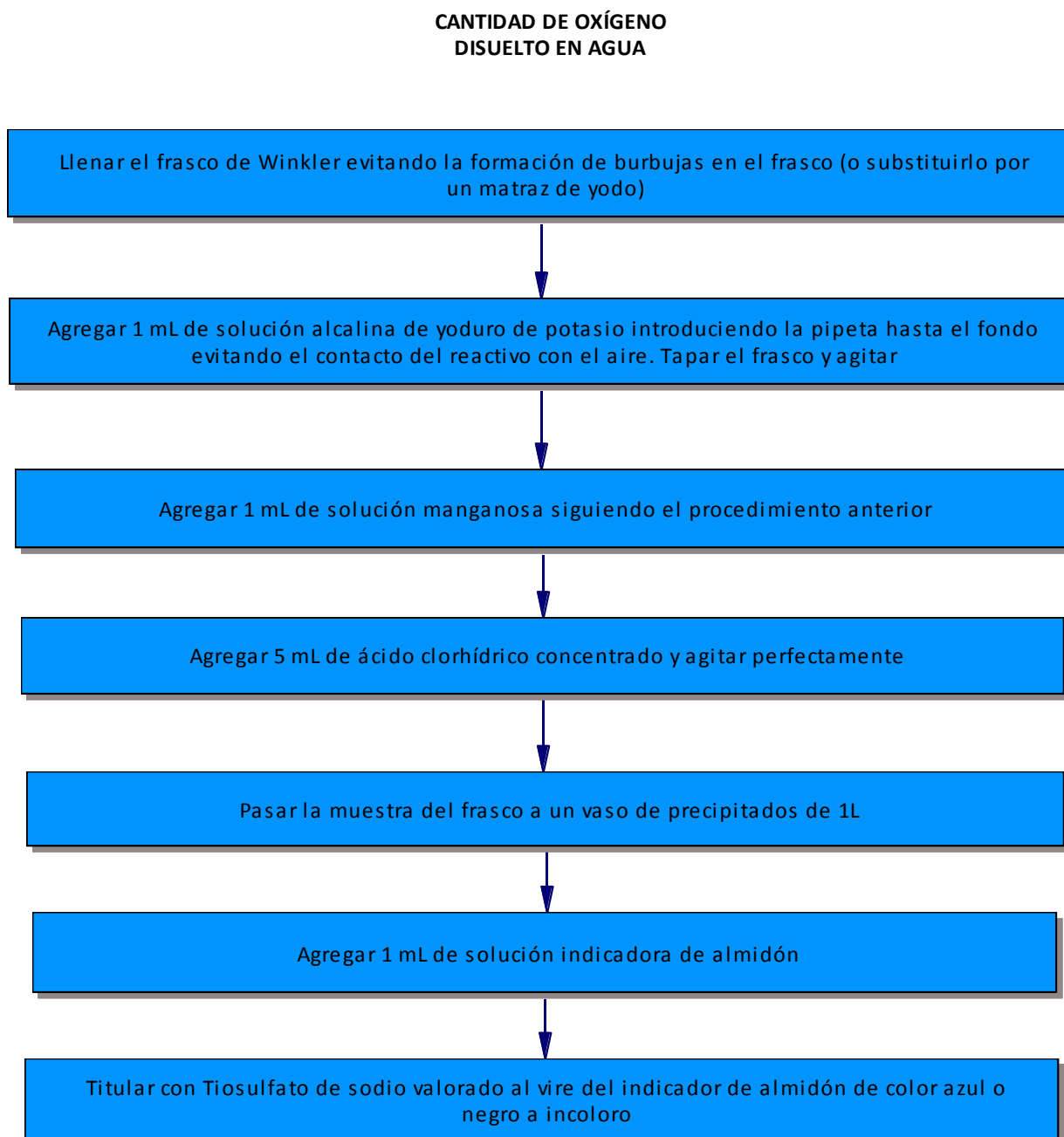


Figura 23.- Diagrama de bloques para la determinación de oxígeno disuelto en agua. En el diagrama se observa el procedimiento, la cantidad de muestra y los reactivos empleados.

Cálculos.

$$\text{ppm oxígeno disuelto} = \frac{\text{Vol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{meq O}_2 \times 10^6}{\text{Volúmen de muestra}}$$

Dónde:

Meq O₂=miliequivalentes de oxígeno (0.008)

Vol. Na₂S₂O₃= volumen gastado de sulfato de sodio

N Na₂S₂O₃= concentración normal de sulfato de sodio

Oxígeno disuelto (método de Winkler)

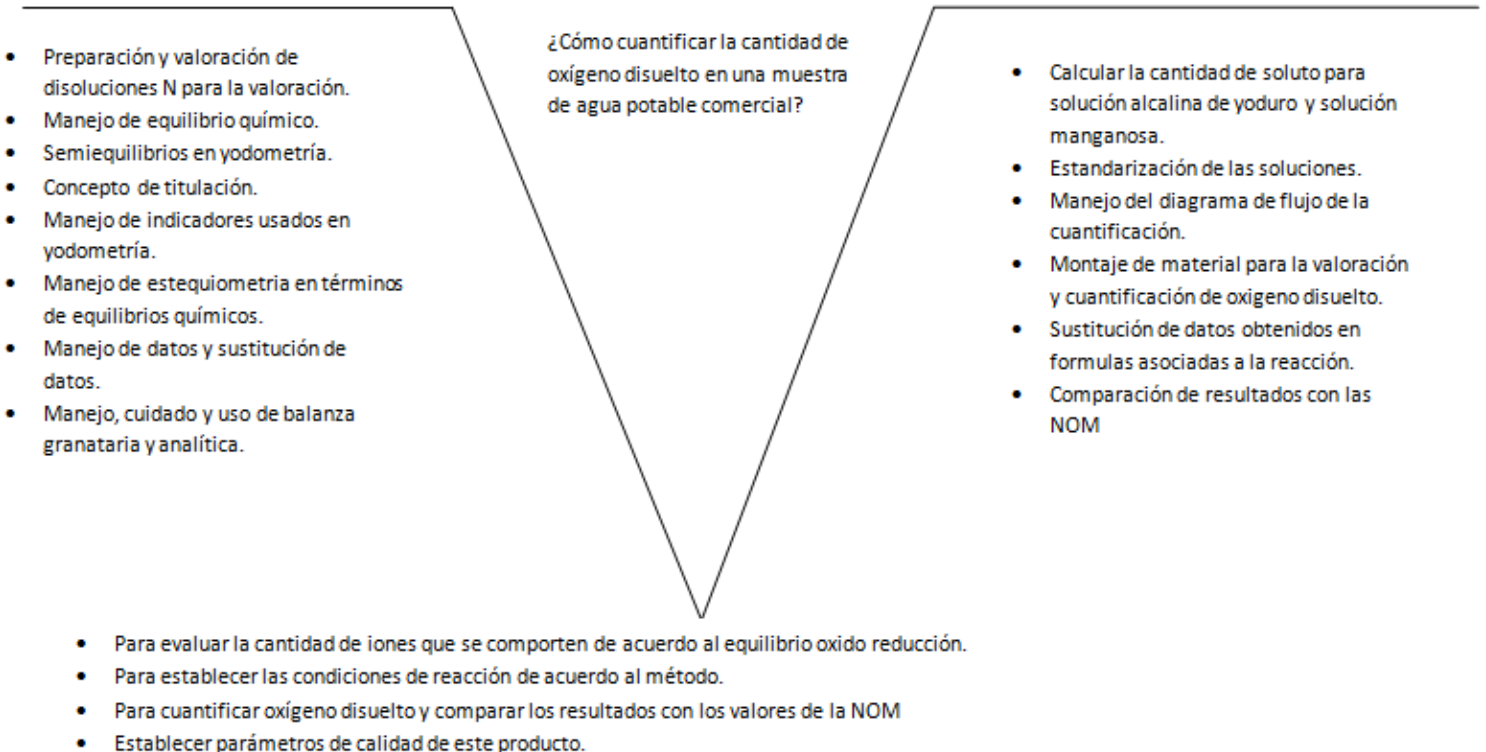


Figura 24.- Diagrama “Ve” para la determinación de cantidad de oxígeno disuelto en agua. Se muestran los conocimientos previos necesarios para responder la pregunta foco, así como los alcances de la determinación.

4.6.2.6.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad oxígeno disuelto en agua (Método de Winkler).

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) dependen de las actividades físicas, químicas y bioquímicas en los cuerpos de las aguas.

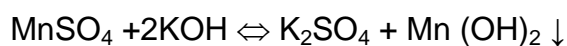
El oxígeno es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de Oxígeno Disuelto (OD) puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal de un determinado ecosistema. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

La solubilidad del oxígeno en agua dulce varía entre 14.6 mg/L a 0 °C hasta aproximadamente 7 mg/L a 35 °C bajo una presión de 760 mmHg.

La concentración de oxígeno disuelto en agua está determinada por la ley de Henry, que describe la relación de equilibrio entre la presión parcial de oxígeno atmosférico y la concentración de oxígeno en agua. Otros factores que influyen la concentración de oxígeno disuelto en agua son: la presión atmosférica (y por lo tanto la altitud sobre el nivel del mar), el contenido de sales en el agua, y la temperatura del agua.

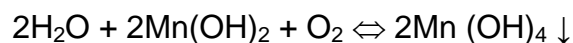
Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto usamos el método de Winkler (método yodométrico). La concentración de oxígeno disuelto se determina a través de una serie de reacciones de ácido base y oxidación-reducción.

Como primer paso se mezcla el sulfato de manganeso con el hidróxido de potasio, los cuales provienen de la solución alcalina de yoduro:



Con la adición de estos dos reactivos se formara un precipitado que puede ser blanco (Hidróxido Manganeso) indicando la ausencia de oxígeno.

En el caso de presencia de oxígeno, el Manganeso (Mn^{2+}) es oxidado a su estado superior de oxidación (Mn^{4+}) por lo que el color del precipitado se torna marrón debido a la formación de Hidróxido Mangánico.

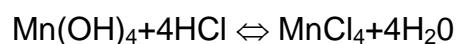


En este caso las semireacción que tienen lugar son:



Al sumar y cancelar las respectivas especies se obtiene la ecuación general.

Posteriormente se genera una reacción con HCl concentrado:

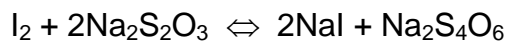


El medio se torna ácido y el precipitado de Hidróxido Mangánico $Mn(OH)_4$ se disuelve formando Cloruro Mangánico $MnCl_4$, quien oxida el Yoduro a Yodo (I_2)

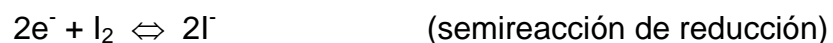


Posteriormente se agrega una solución de almidón como indicador, la cual forma un complejo yodo-almidón de color negro o azul, como una función de la cantidad de yodo liberada.

A continuación se realiza la titulación del yodo con Tiosulfato de sodio. El almidón se utiliza como indicador, al cambiar de color determina con exactitud el punto de equivalencia entre el Yodo y el Tiosulfato:



En este caso las semireacciones que tienen lugar son:



Los equivalentes gastados de la solución valorada de Tiosulfato de Sodio ($Na_2S_2O_3$) son iguales a los equivalentes de Yodo presentes en la solución. La cantidad de Yodo (I_2) liberado es químicamente equivalente al Oxígeno (O_2) presente en la muestra.

Finalmente los resultados obtenidos se comparan con los valores de la NOM la cual establece un máximo de 50 ppm.

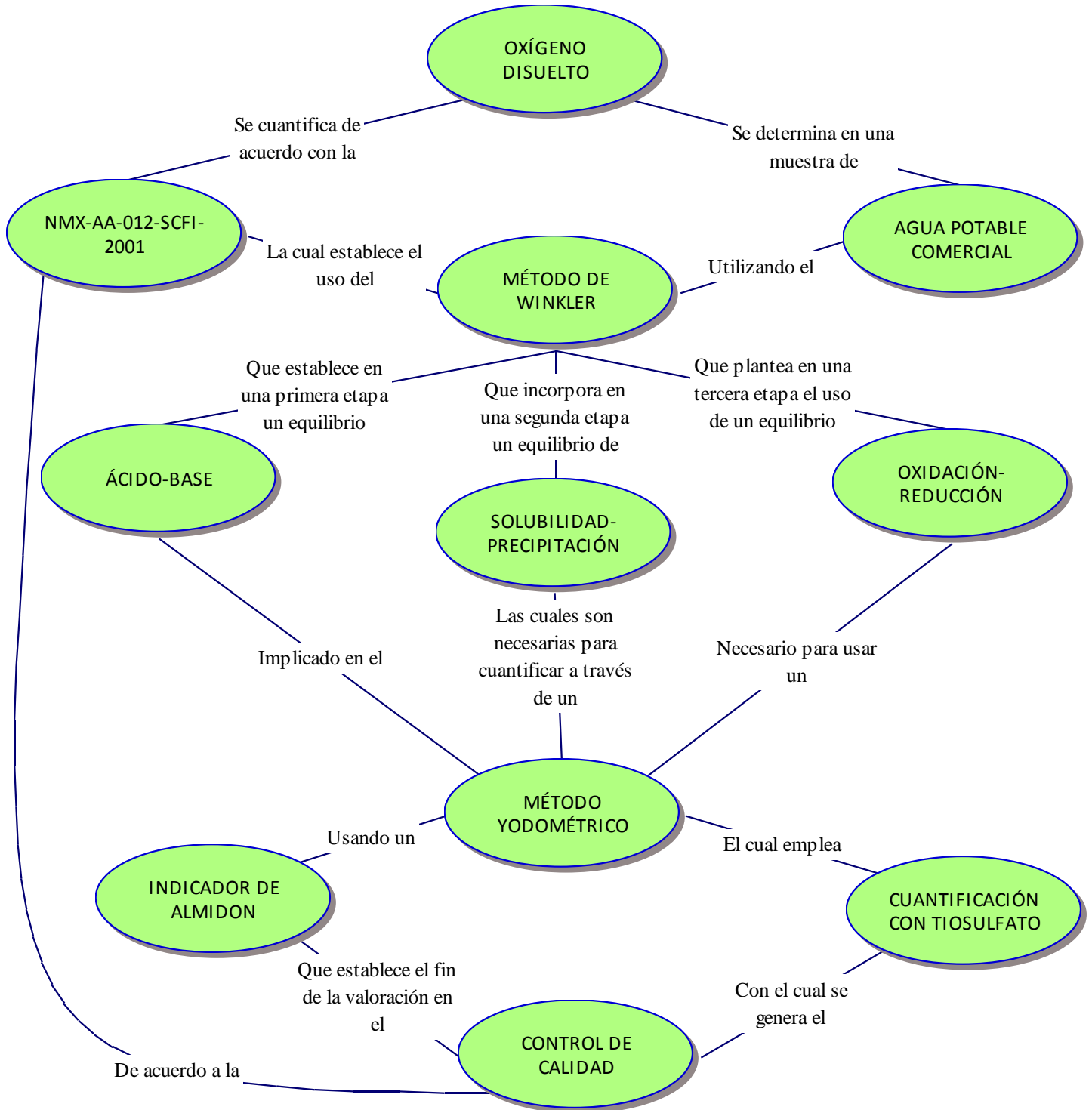


Figura 25.- Mapa conceptual para la determinación de oxígeno disuelto en agua. En el mapa se encuentran los conceptos fundamentales para el desarrollo de la determinación y que se encuentran en los fundamentos teóricos de dicha determinación.

4.6.2.7.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de cloro residual en agua.

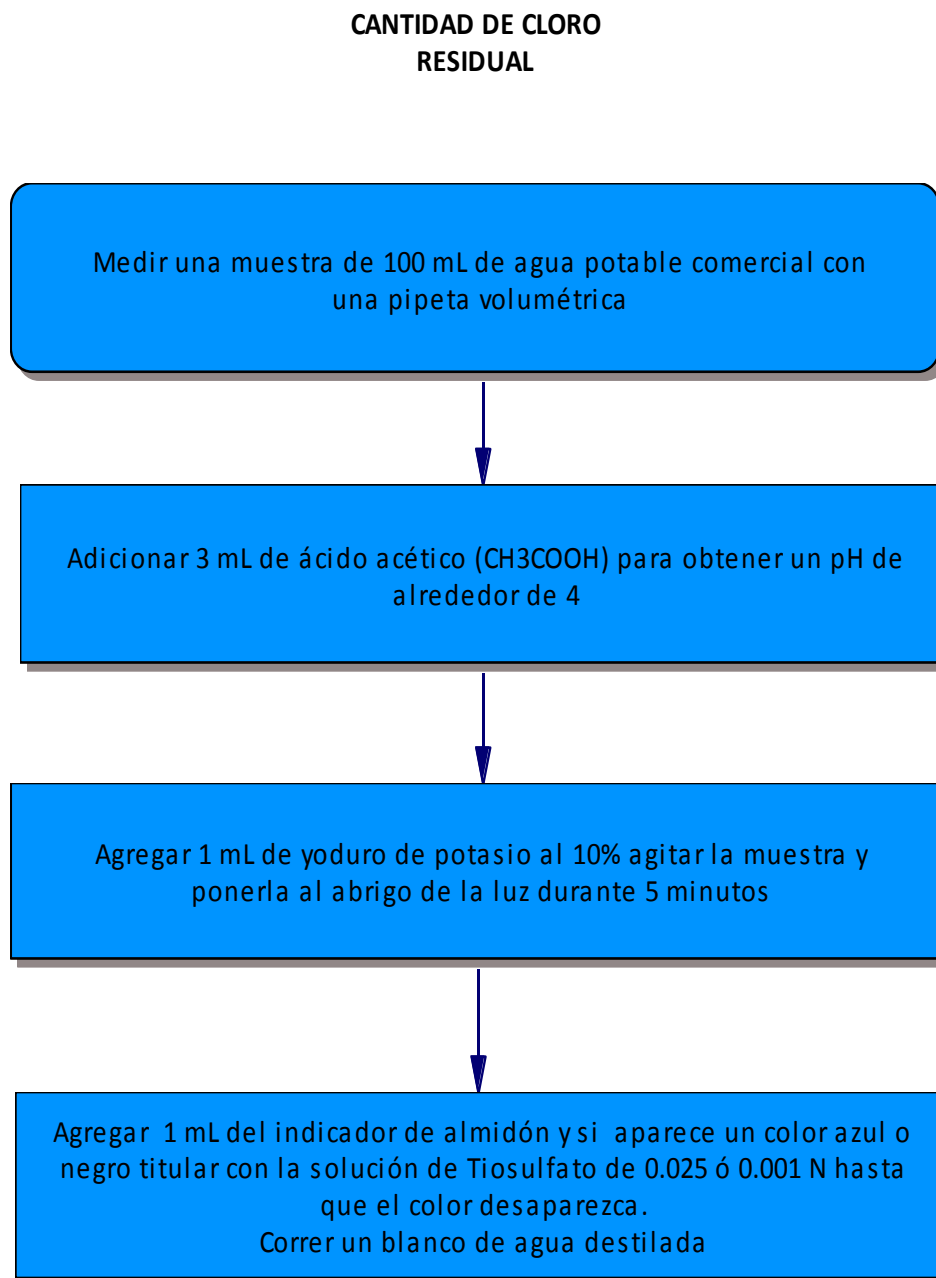


Figura 26.- Diagrama de bloques para la determinación de cantidad de cloro residual en agua. El diagrama muestra los pasos a seguir en el desarrollo de la determinación, así como la cantidad de muestra y los reactivos empleados.

Cálculos.

ppm de cloro residual

$$= \frac{\text{Vol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ del prob} \times \text{Vol de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ del blanco} \times 35400}{\text{Volumen de muestra}}$$

Dónde:

Vol. de Na₂S₂O₃= Volumen de Tiosulfato de sodio del problema y del blanco

Cloro residual.

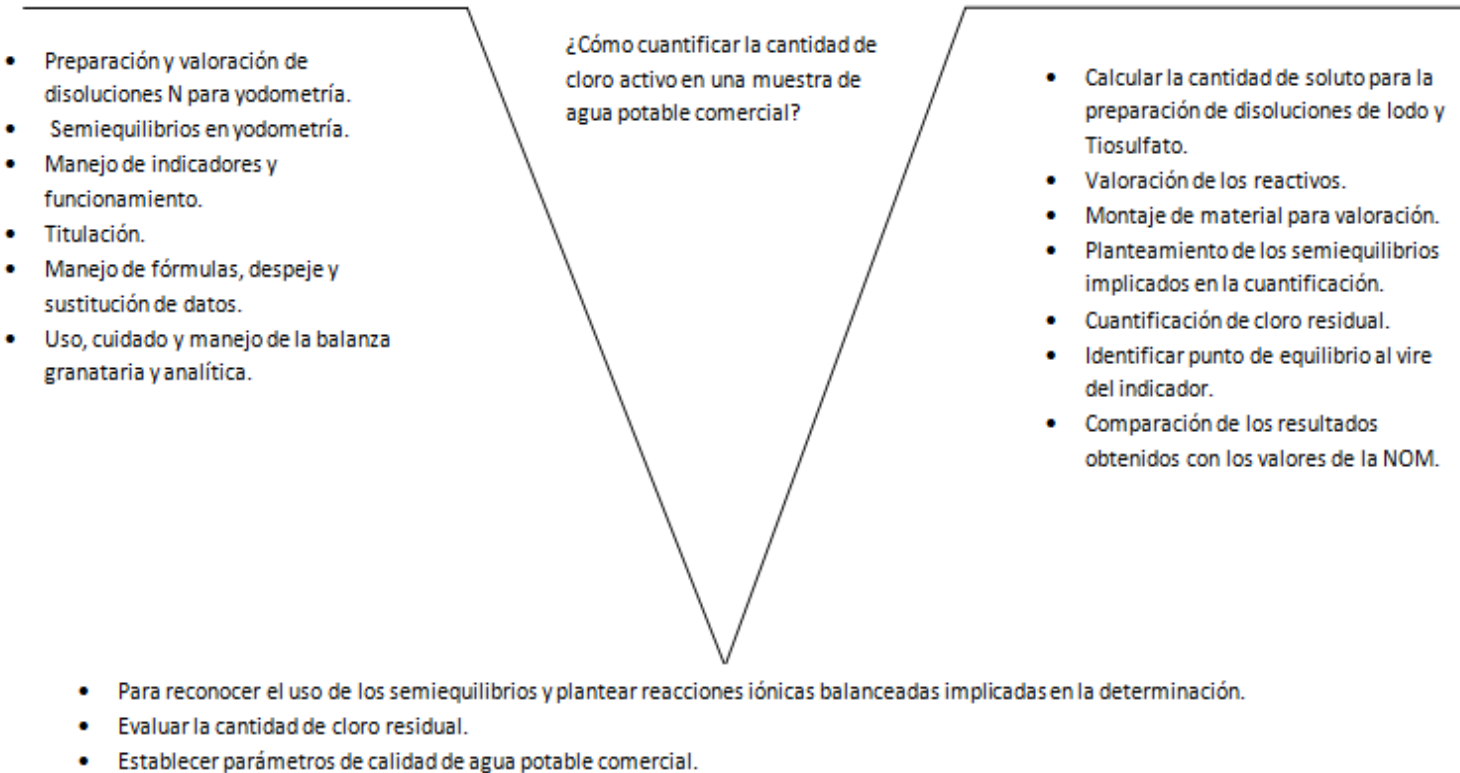
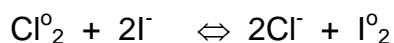


Figura 27.- Diagrama “Ve” para la determinación de cantidad de cloro residual en agua. El diagrama muestra la pregunta foco, el conocimiento previo necesario para responder la pregunta foco y los alcances de la determinación.

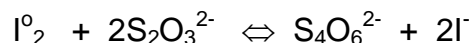
4.6.2.7.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad de cloro residual en agua.

El cloro es utilizado en procesos de desinfección, para la destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de este producto químico.

El cloro residual se define como la cantidad de cloro que se encuentra presente en una muestra de agua, esta determinación está regida por la NOM-AA-100-1987, utilizando una reacción de tipo redox y un equilibrio yodométrico, usando al tiosulfato como valorante y al almidón como indicador al abrigo de la luz, en esta reacción existe una transferencia de electrones de acuerdo a la siguiente reacción:



En el caso de la existencia de cloro se libera yodo molecular el cual se procede a titular con tiosulfato de sodio dando un vire del indicador almidón de color azul o negro a incoloro de acuerdo con la siguiente reacción:



Para considerar al agua potable dentro del control de calidad la norma establece un rango entre 0.2 a 1.5 p.p.m.

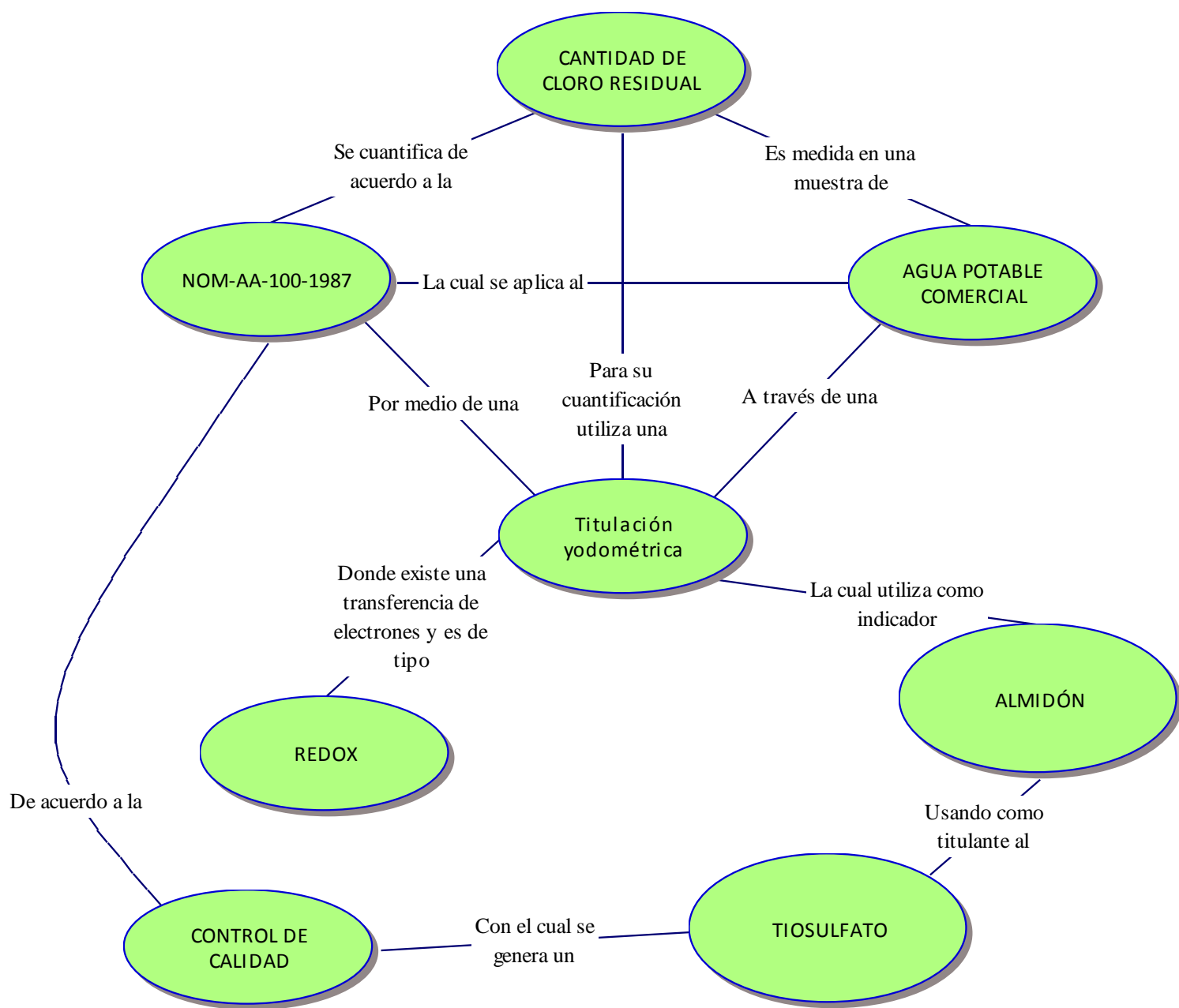


Figura 28.- Mapa conceptual para la determinación de cantidad de cloro residual en agua. El diagrama muestra los conceptos fundamentales para la determinación y su relación entre los mismos, dichos conceptos forman parte del fundamento teórico de la determinación.

4.6.2.8.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de sulfuros en agua.

CANTIDAD DE SULFUROS

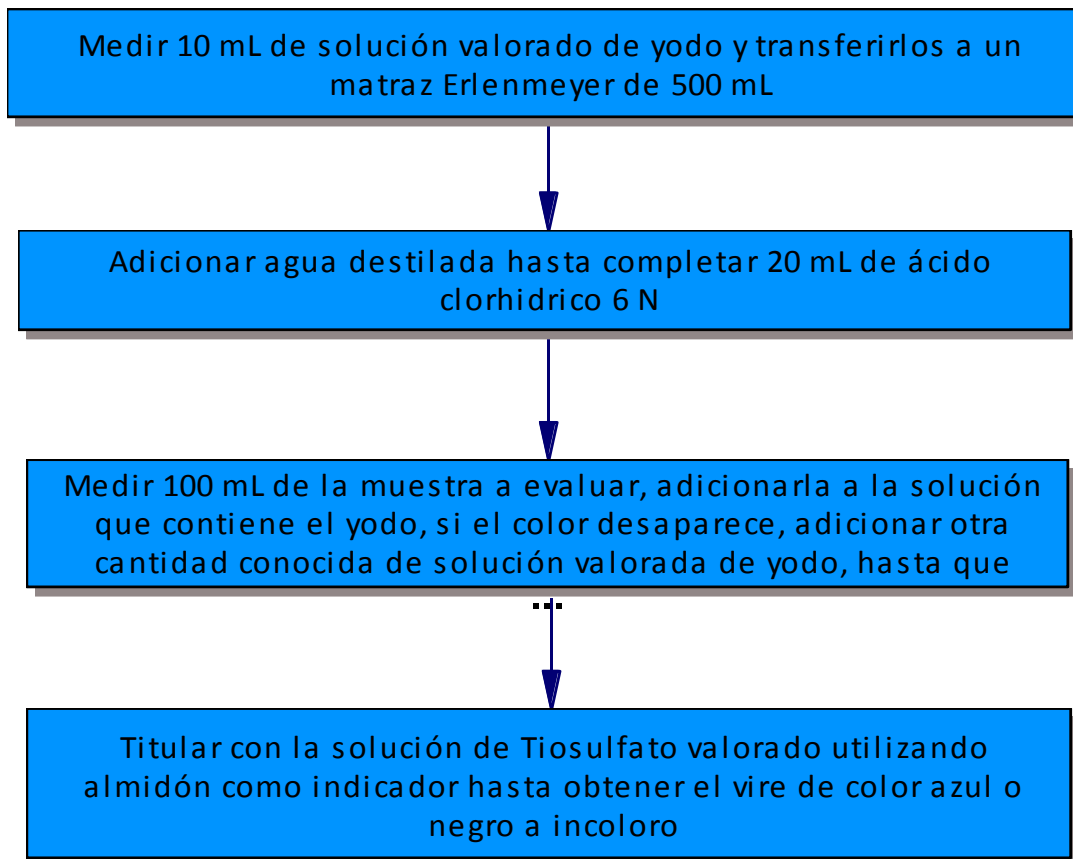


Figura 29.- Diagrama de bloques para la determinación de cantidad de sulfuros en agua. El Diagrama muestra el procedimiento a seguir de acuerdo a la norma oficial para dicha determinación, así como también la cantidad de muestra y los reactivos a utilizar.

Cálculos.

$$ppm \text{ de sulfuros} = \frac{(Vol \text{ de } I_2 \times N \text{ } I_2) - (Vol \text{ de } Na_2S_2O_3 \times N \text{ } Na_2S_2O_3) \times 16000}{ml \text{ de muestra}}$$

Dónde:

Vol. de I_2 = Volumen gastado de yodo

N I_2 = concentración normal de yodo

Vol. de $Na_2S_2O_3$ = volumen gastado de sulfato de sodio

N $Na_2S_2O_3$ = concentración normal de sulfato de sodio

Sulfuros

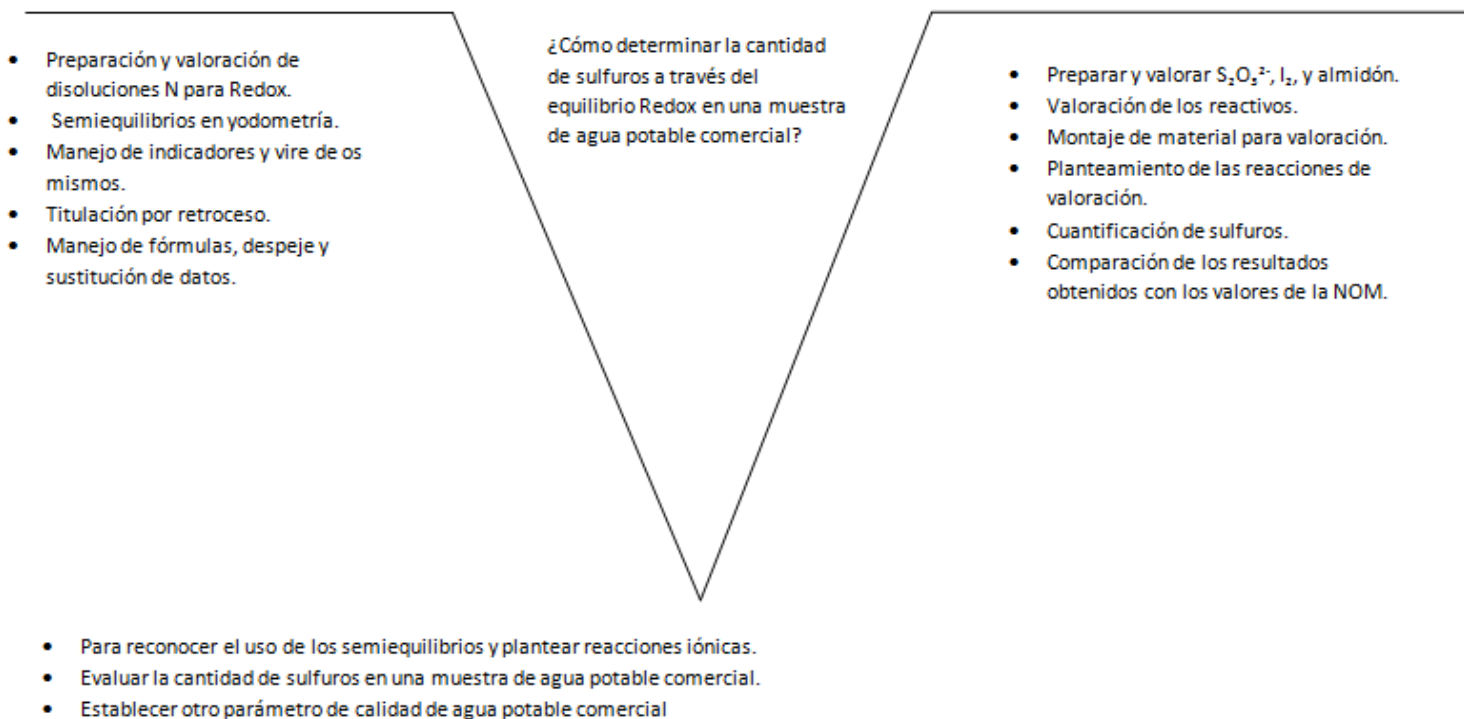
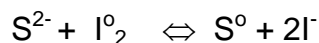


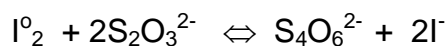
Figura 30.- Diagrama “Ve” para la determinación de cantidad de sulfuros en agua. Se muestra la pregunta foco, los alcances de la determinación y los conocimientos previos necesarios.

4.2.6.8.1.- Fundamento teórico para la determinación de la cantidad de sulfuros en agua.

Los sulfuros se definen como la cantidad iones presentes en una muestra de agua comercial, esta determinación está regulada por la NOM-AA-84-1982, la cual establece el uso de una reacción redox por retroceso, donde existe una transferencia de electrones en un equilibrio yodométrico, usando al almidón como indicador de acuerdo a la siguiente reacción:



El exceso de yodo que no reaccionó se cuantifica con Tiosulfato de sodio valorado de acuerdo con la siguiente reacción:



Usando al almidón como indicador, el cual forma un complejo de color negro o azul dependiendo de la cantidad de yodo presente, es importante mencionar que este se adiciona cuando el color ámbar del yodo disminuya a color amarillo paja, ya que el complejo yodo-almidón puede estabilizarse por concentración, impidiendo ver el vire final, para tener un cambio a incoloro en el final de la reacción.

Para considerar la calidad del agua con relación a sulfuros la norma establece un máximo de 200 ppm.

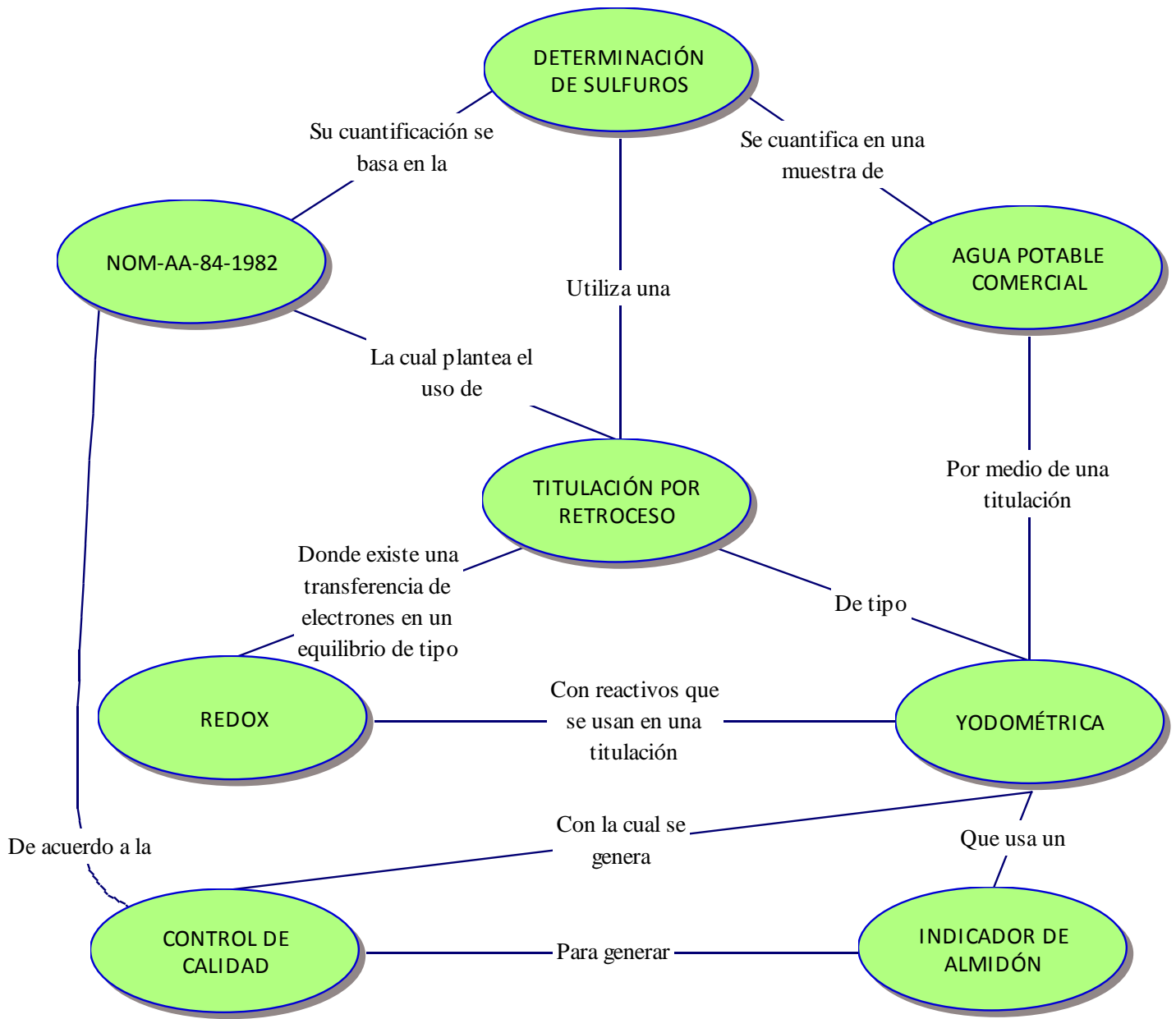


Figura 31.- Mapa conceptual para la determinación de cantidad de sulfuros en agua. El mapa conceptual muestra los conceptos necesarios para el desarrollo de la determinación, los cuales se encuentran en el fundamento teórico de dicha determinación.

4.6.2.9.- Herramientas heurísticas para la determinación de cantidad de dureza en agua.

CANTIDAD DE DUREZA (I)

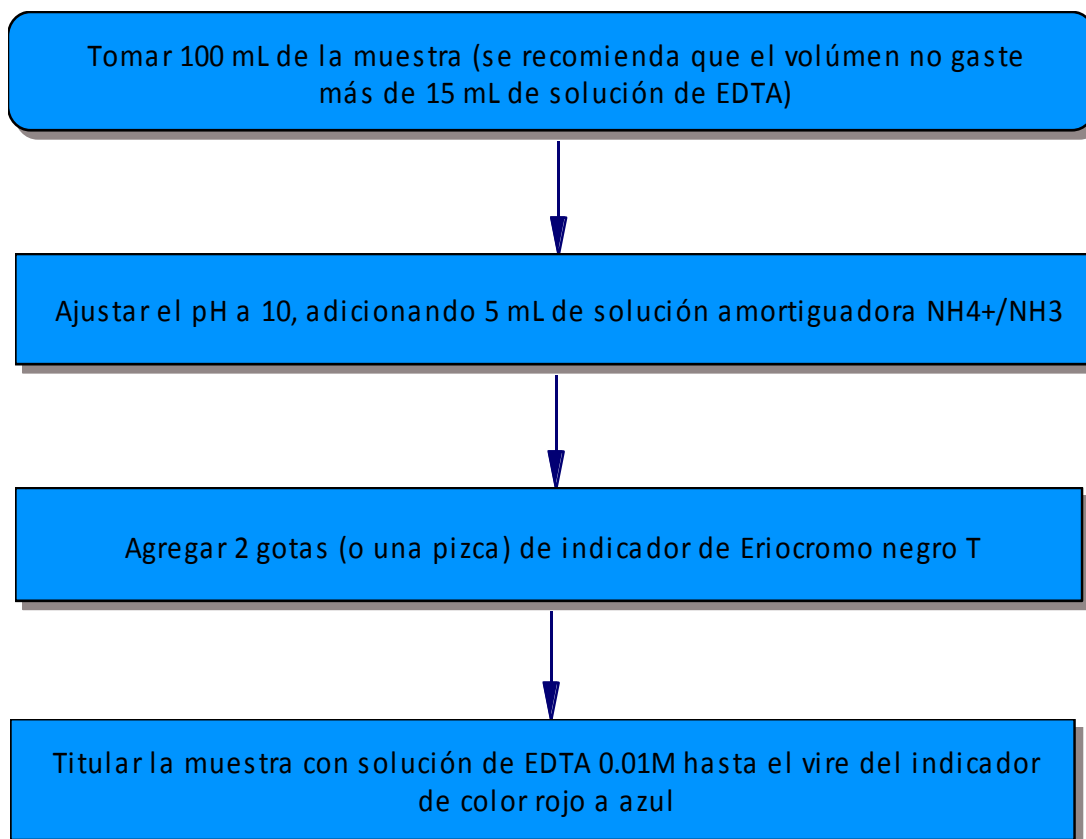


Figura 32.- Diagrama de bloques para la determinación de cantidad de dureza en agua (parte I). El diagrama muestra el procedimiento, la cantidad de muestra y los reactivos usados para la primera parte de la determinación.

CANTIDAD DE DUREZA (II)

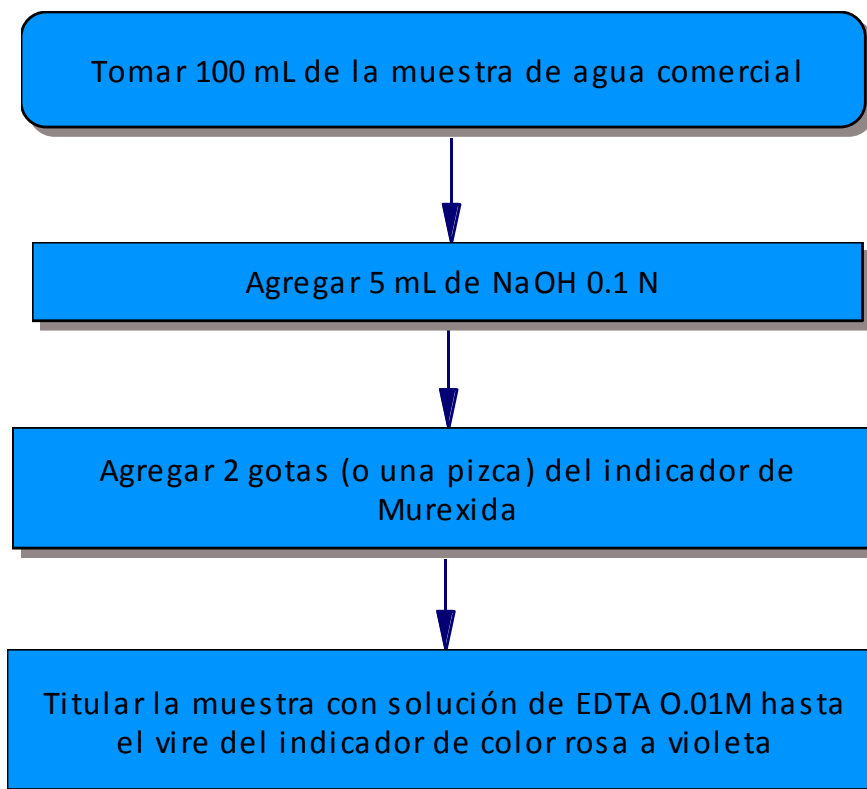


Figura 33.- Diagrama de bloques para la determinación de cantidad de dureza en agua (parte II). El diagrama muestra el procedimiento, la cantidad de muestra y los reactivos usados para la segunda parte de la determinación.

Cálculos:

$$D_t(\text{ppm CaCO}_3) = \frac{mL\ EDTA \times M_{EDTA} \times mmol\ CaCO_3 \times 10^6}{Volumen\ de\ muestra}$$

$$D_{Ca}(\text{ppm CaCO}_3) = \frac{mL\ EDTA \times M_{EDTA} \times mmol\ CaCO_3 \times 10^6}{Volumen\ de\ muestra}$$

$$D_{Mg}(\text{ppm CaCO}_3) = D_t - D_{Ca}$$

Dónde:

D_t = dureza total

D_{Ca} = dureza cálcica

D_{Mg} = dureza magnésica

Dureza

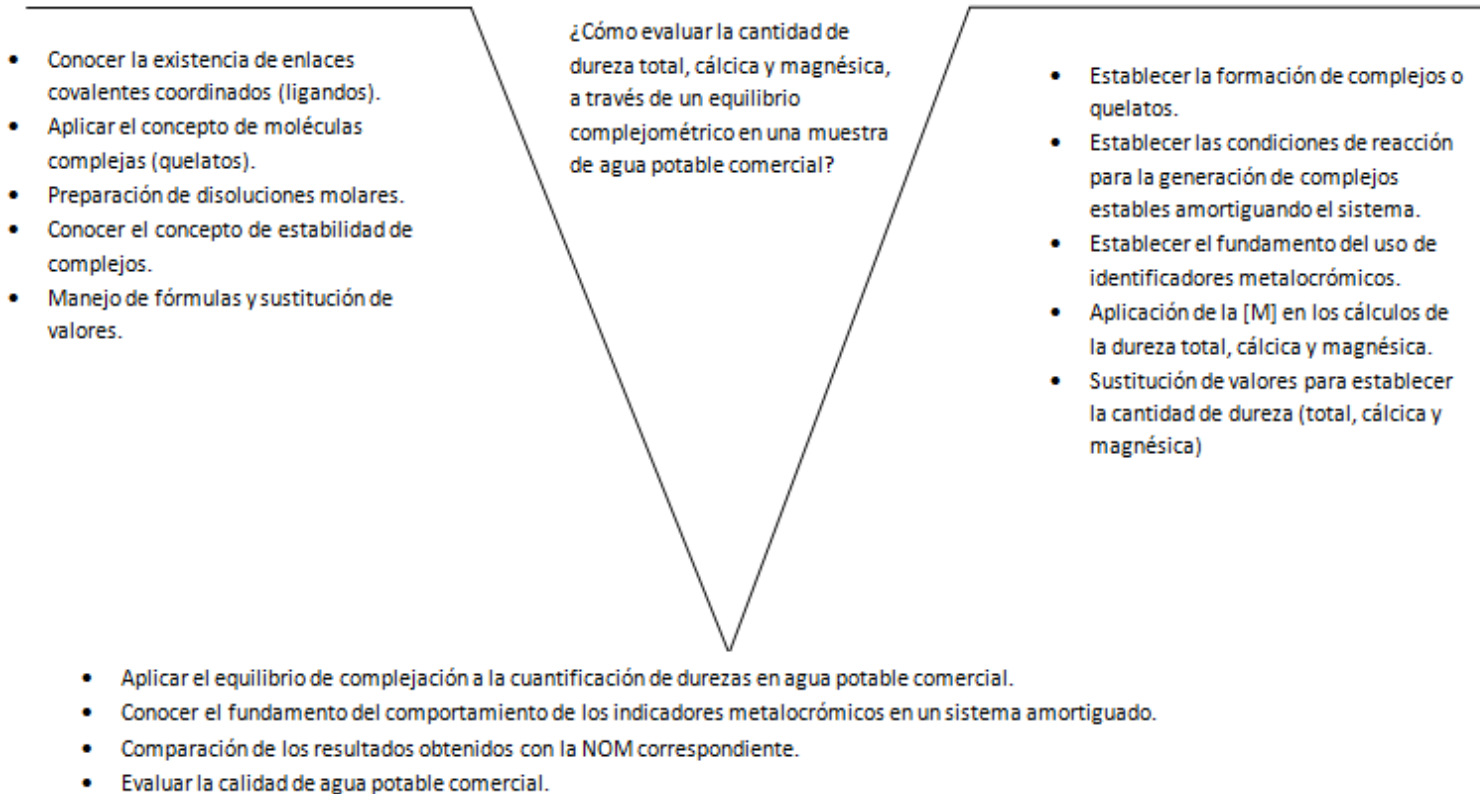


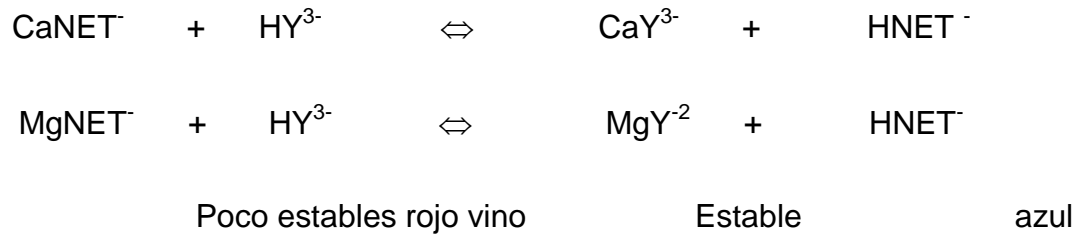
Figura 34.- Diagrama “Ve” para la determinación de cantidad de dureza en agua. En el diagrama “Ve” se encuentra la pregunta foco, de lado izquierdo tenemos los conocimientos previos necesarios para responder la pregunta foco y del lado derecho tenemos los alcances de la determinación.

4.6.2.9.1.- Fundamento teórico para la determinación de cantidad de dureza en agua

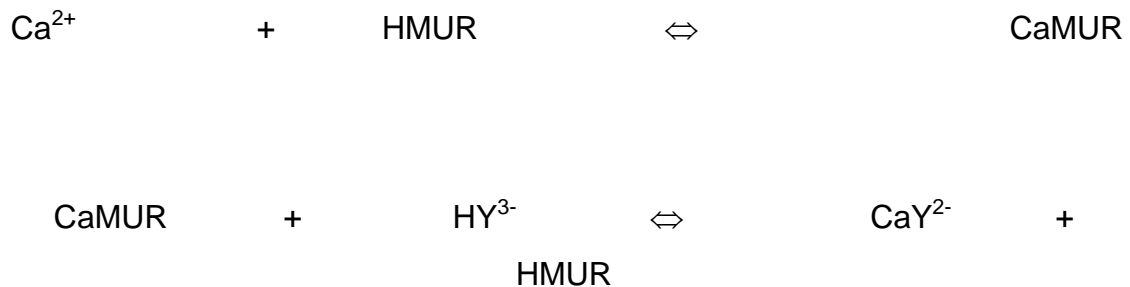
La dureza se establece como la cantidad de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} presentes en una muestra de agua comercial expresados en ppm de carbonato de calcio que son directamente causantes de que el agua no haga espuma con el jabón, por lo que el agua debe someterse a procesos de ablandamiento para la remoción de estos cationes, los cuales se cuantifican de acuerdo con la norma oficial NOM-AA-72-1981, la cual establece el uso de un equilibrio de complejación, en una muestra de agua comercial, donde a través de un cambio de color se detecta el punto final de la valoración involucrando a un metal, a un complejante débil que funciona como indicador y un agente acomplejante, esto implica que se trabaje en un medio donde varíe muy poco el pH consiguiéndose esto con una solución amortiguadora que esta a su vez sirve para dar estabilidad a los complejos en el caso de los de Ca^{2+} y de los de Mg^{2+} .

El indicador forma complejos del tipo CaNET^{2+} y el MgNET^{2+} nos dan una formación de complejos poco estable generándose un color rojo vino, y al reaccionar el EDTA se forman complejos más estables del tipo: MgY^{2-} , CaY^{2-} dejándonos libre al indicador HNET^- produciendo un cambio de color a azul, con el cual se detecta el fin de la valoración, para diferenciar la dureza debida al calcio se utiliza como indicador a la Calceína que nos produce un color verde fluorescente con el Calcio en medio básico para que al reaccionar con el EDTA se forme un complejo del tipo CaY^{2-} dejándonos libre a la Calceína la cual es de color amarillo, de acuerdo con las siguientes reacciones :





En el caso de la dureza Cálcica se toma otra muestra del problema, se cambia la cantidad de amortiguadora por NaOH 0.1 M, y el indicador NET por MUR y se procede a valorar igual que en la dureza total, teniendo un vire de coloro del indicador MUR de rosa a violeta de acuerdo a las siguientes reacciones.



Rosa

Violeta

Para cuantificar la calidad del agua con relación a la dureza total y dureza Cálcica de un agua comercial se realizan los siguientes cálculos respectivamente y los resultados serán comparados con los calores de la NOM los cuales para el agua comercial deben ser de 300 ppm como máximo.

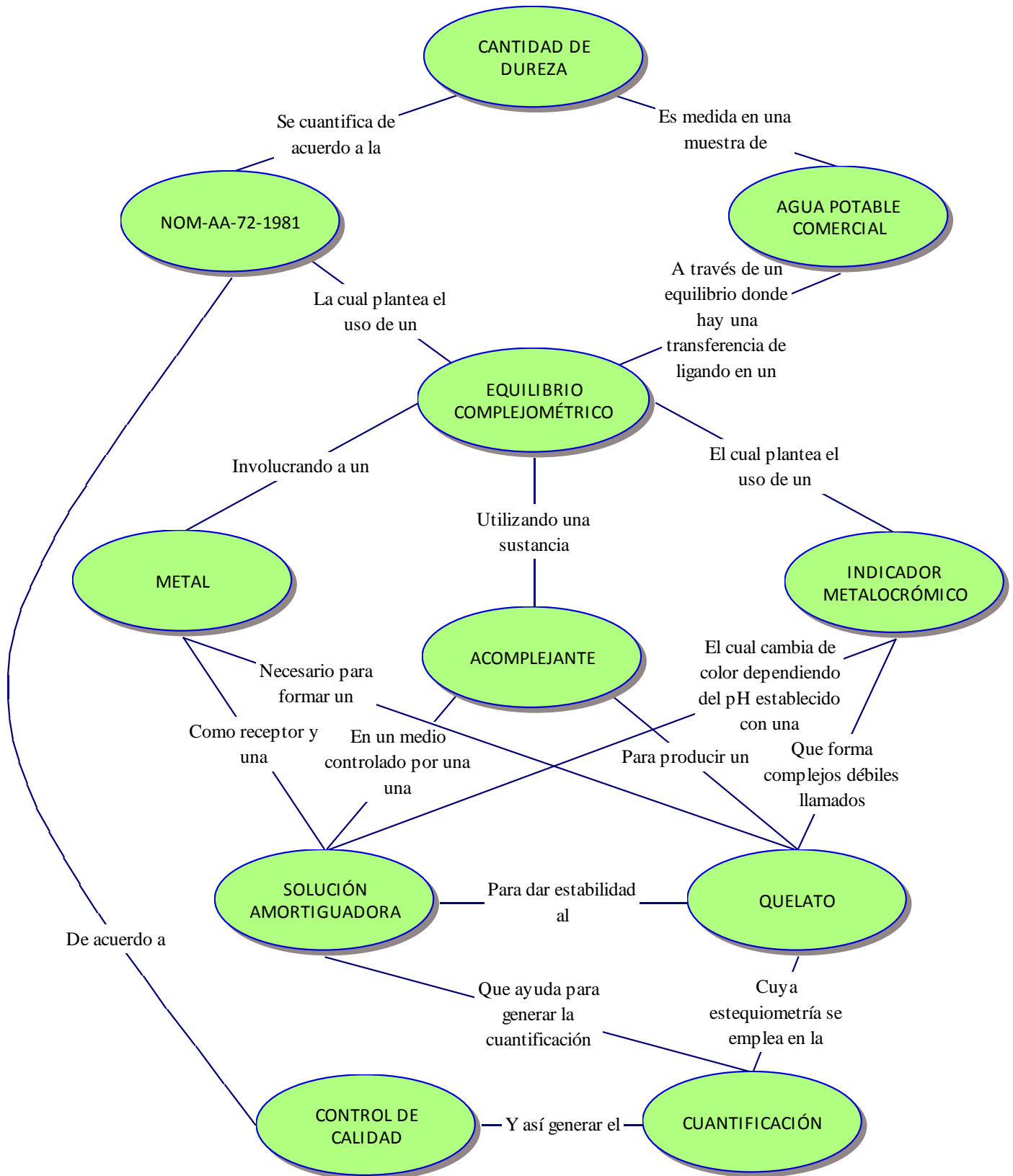


Figura 35.- Mapa conceptual para la determinación de cantidad de dureza en agua. En el mapa se observa la relación de los conceptos manejados en la determinación, los cuales se encuentran fundamentados en la norma oficial.

4.6.2.10.- Herramientas heurísticas para la determinación de alcalinidad en agua.

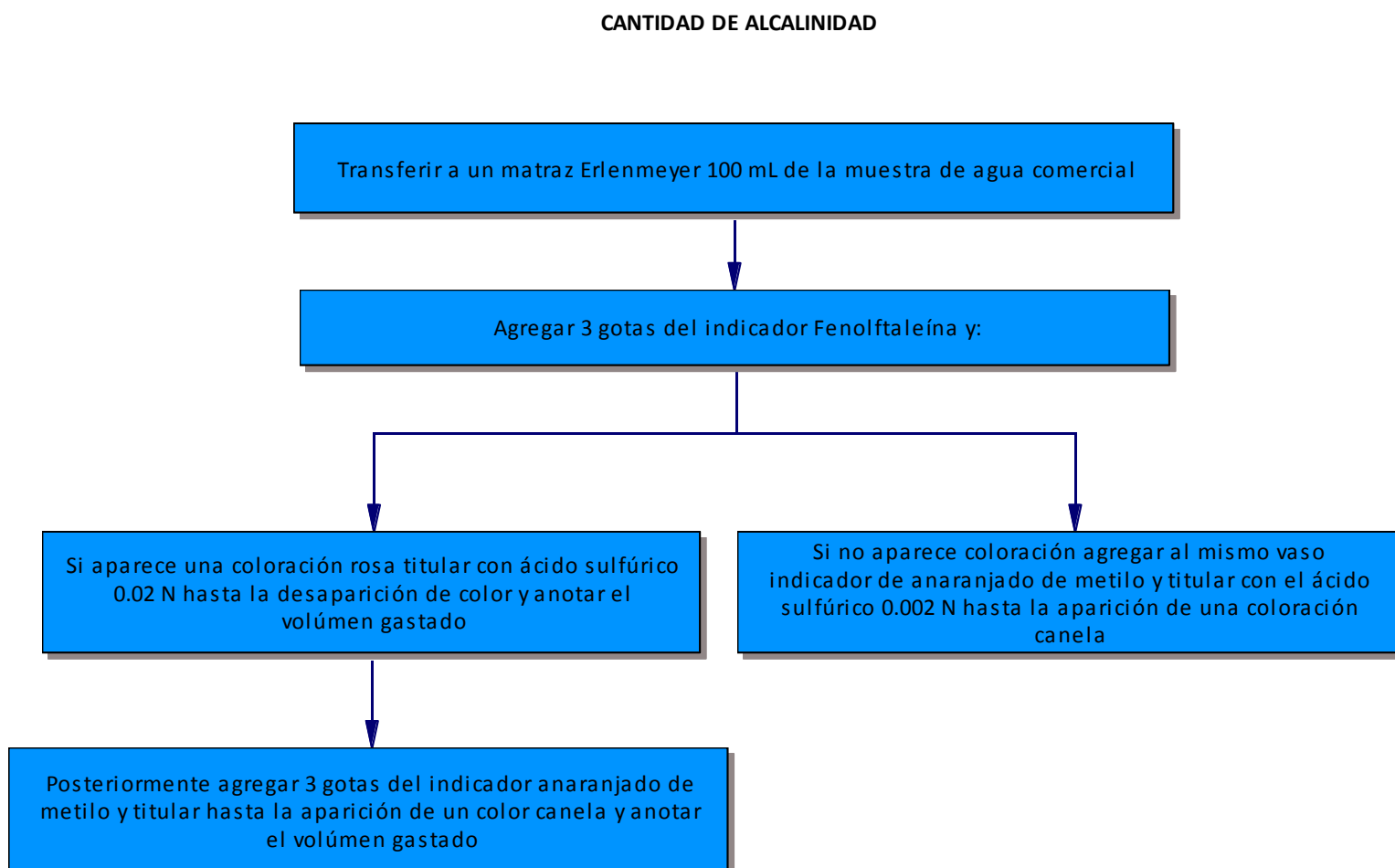


Figura 36.- Diagrama de bloques para la determinación de cantidad de alcalinidad. El diagrama muestra el procedimiento para el desarrollo de la determinación basado en la norma oficial, así como los reactivos usados la cantidad de los mismos y la cantidad de muestra empleado.

Cálculos.

Caso	Condición	En la muestra probablemente había	Fórmula
1	$V_F = V_A$	Únicamente carbonatos $\text{CO}_3^{=}$	$\text{ppm} (\text{CO}_3^{=}) = \frac{2V_F \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$
2	$V_A = 0$	Únicamente hidróxidos OH^-	$\text{ppm} (\text{OH}^-) = \frac{V_F \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$
3	$V_F = 0$	Únicamente bicarbonatos HCO_3^-	$\text{ppm} (\text{HCO}_3^-) = \frac{V_A \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$
			$\text{ppm} (\text{OH}^-)$ $= \frac{(V_F - V_A) \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$
4	$V_F > V_A$	Mezcla de hidróxidos y carbonatos OH^- y $\text{CO}_3^{=}$	$\text{ppm} (\text{CO}_3^{=}) = \frac{2V_A \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$
			$\text{ppm} (\text{CO}_3^{=}) = \frac{2V_F \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$
5	$V_F < V_A$	Mezcla de carbonatos y bicarbonatos $\text{CO}_3^{=}$ y HCO_3^-	$\text{ppm} (\text{CO}_3^{=})$ $= \frac{(V_F - V_A) \times N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times \text{meq} \times 10^6}{\text{Volumen de muestra}}$

En todos los casos el miliequivalente (**Meq**) corresponde al carbonato de calcio: $(\text{CaCO}_3) = 0.050$

NOTA: en los casos 4 y 5 de la tabla anterior, en los que están presentes dos iones alcalinos, en cada caso suma estos para obtener la alcalinidad total

Alcalinidad (método de Warder)

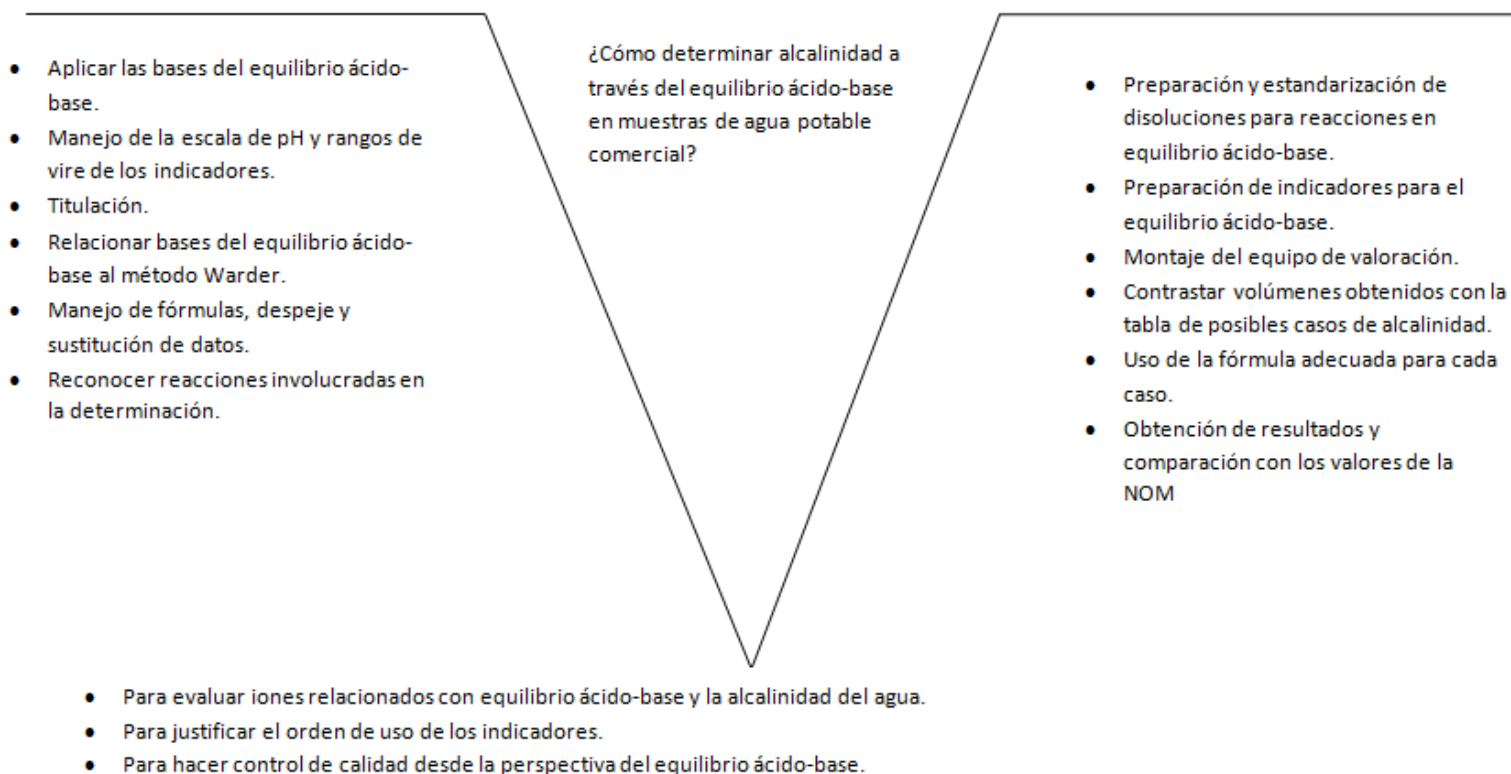
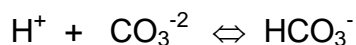
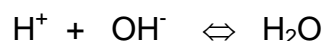


Figura 37.- Diagrama “Ve” para la determinación de alcalinidad en agua. En el diagrama se encuentra la pregunta foco, de lado izquierdo los conocimientos necesarios para resolver la pregunta foco y del lado derecho los alcances de la determinación.

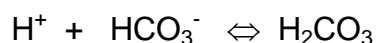
4.6.2.10.1.- Fundamento teórico para la determinación de alcalinidad en agua.

Es la capacidad cuantitativa del agua para reaccionar con los iones hidrógeno. La alcalinidad puede estar dada por iones OH^- , HCO_3^- o CO_3^{2-} , y que se encuentran presentes en una muestra de agua comercial la cual se puede medir mediante una titulación con una solución valorada de ácido sulfúrico de concentración conocida.

La alcalinidad se cuantifica de acuerdo a la NOM-AA-36-1980, dicha norma plantea el uso del método de Warder, mismo que se fundamenta en un equilibrio ácido-base. El método Warder establece el uso de dos indicadores en el siguiente orden: 1° fenolftaleína y 2° Anaranjado de metilo, los cuales si existiesen iones OH^- y CO_3^{2-} el indicador fenolftaleína viraría a color rosa y se procede a titular con el ácido para pasar a incoloro de acuerdo a las siguientes reacciones:



En el caso de no existir estos iones la muestra será incolora y en el mismo vaso se agrega el segundo indicador, inclusive si existen se titulan estos iones y en la misma muestra se adiciona el segundo indicador (Anaranjado de metilo), produciéndose un vire de amarillo a color canela, el cual indica la presencia de iones bicarbonato (HCO_3^-), de acuerdo con la siguiente reacción:



A partir de los volúmenes obtenidos hacer una discriminación de la especie que imparte la alcalinidad al agua (se muestran en la siguiente tabla).

Para el control de calidad, la norma establece como máximo de 500 ppm de la especie que se trate.

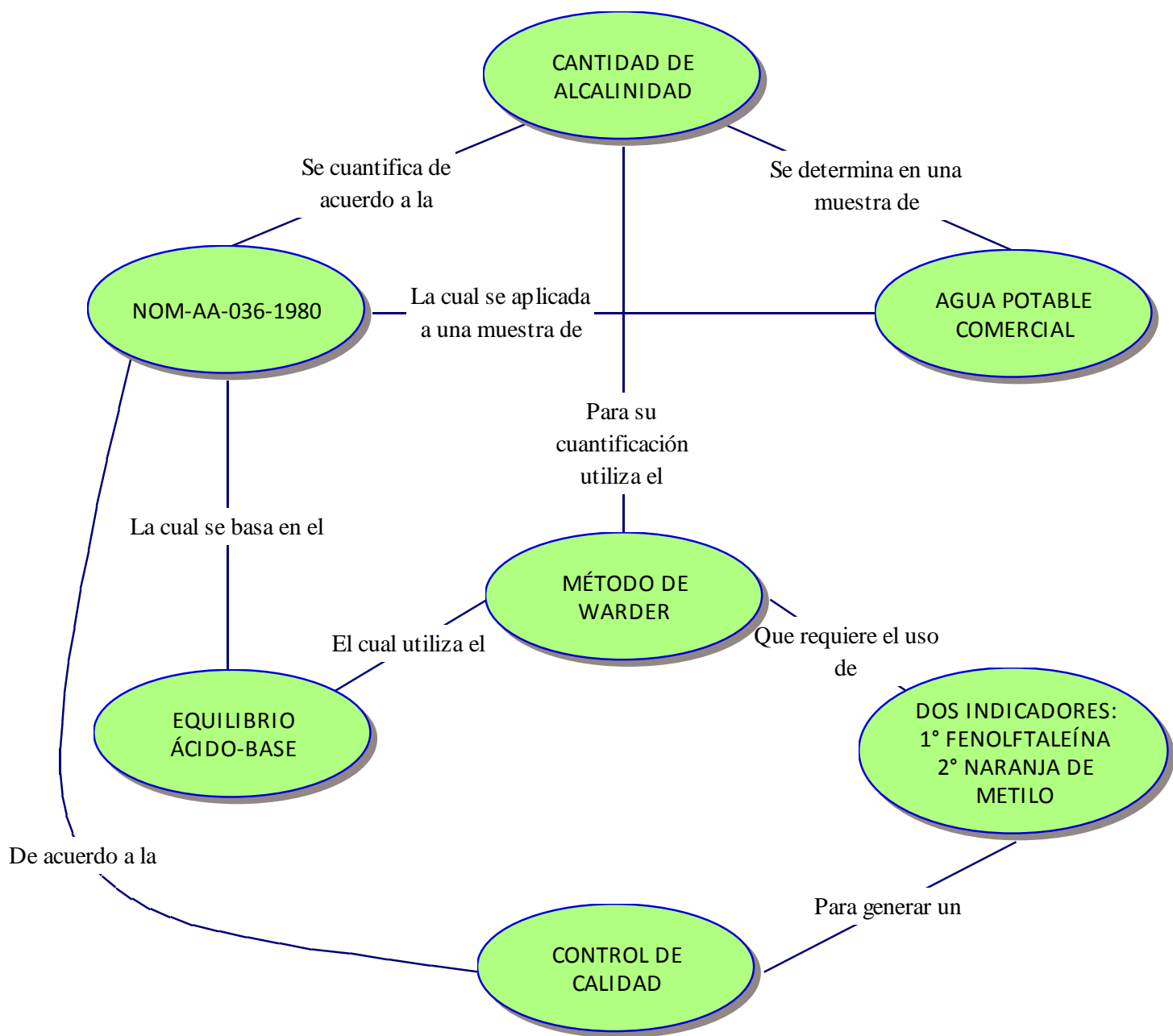


Figura 38.- Mapa conceptual para la determinación de alcalinidad en agua. El mapa muestra la relación de los conceptos necesarios para la determinación, los cuales se encuentran en el fundamento teórico de la misma.

5.-RESULTADOS.

Determinaciones físicas y químicas	Resultados obtenidos	Norma Oficial Mexicana
Color	Incoloro	Incoloro
Olor	Inodoro	Inodoro
Sabor	Insípido	Insípido
Densidad	1.01217 g/mL	1 g/mL
pH	7.6	6.5 – 8.5
Sulfatos	1.85175×10^{-3} ppm	<400 ppm
Alcalinidad total	147.42 ppm	400 ppm de CaCO ₃ como máximo
Dureza total	95 ppm	500 ppm de CaCO ₃ como máximo
Cloruros	13.6530 ppm	200 ppm como máximo
Oxígeno disuelto	3.8832 ppm	5 ppm
Cloro residual	0	0.02 – 1.5 ppm
Sulfuros	0	200 ppm como máximo

Todas las cuantificaciones fueron realizadas por triplicado y los resultados mostrados en la tabla son el promedio de los resultados en cada una de las repeticiones.

Las cuantificaciones fueron realizadas en el laboratorio de química analítica de la FES Cuautitlán y no requirieron de cuidados o condiciones especiales.

Con el fin de sistematizar la información obtenida en la resolución de la problemática situada, se proponen los siguientes formatos los cuales permiten agilizar y sintetizar los resultados, dando lógica a los mismos y brindando sencillez al análisis de los resultados.

De igual forma se proponen rubricas las cuales permiten evaluar el saber-hacer, saber-ser mediante una autoevaluación y un examen donde se evalúa el saber-conocer.

5.1.- FORMATO PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE.

Solicitante o empresa		Dirección		Teléfono
Laboratorio	Teléfono	Dirección		
Analista	Grupo	Equipo	Modulo	Fecha
Fabricante Nombre de la muestra: Procedencia de la muestra:	Nombre de (los) ensayo (s) realizado (s): 1. 2. 3. 4. 5.	Tipo de análisis. Físico () Químico () Instrumental () Cualitativo () Vía húmeda () Vía seca () Cuantitativo() Gravimétrico () Volumétrico () Microbiológico()		Propiedad General Intensiva
No. de lote	Instrumento(s) utilizado(s): marca-modelo- no de serie 1. 2. 3.			Verificación de instrumentos: Sucio () Limpio() Incompleto () Buen estado () Calibrado ()
Tipo de muestreo	Estado físico de la muestra: sólida () Líquida () gaseosa () homogénea () heterogénea ()	Clasificación de la muestra: Física () Química () Biológica () Orgánica () Inorgánica ()		
Color:	Olor:	Aspecto:	Marca:	Contenido de la etiqueta:
Estado de la etiqueta		Conservación		
Fecha de caducidad		Preservación		
Cantidad total de la muestra analizada		Transporte:	Tipo de envasado	

5.2.- FORMATO DE INFORME DEL ENSAYO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE.

Nombre del solicitante o empresa	Dirección	Teléfono
Dirección del laboratorio		Teléfono
Nombre del responsable del informe	Matrícula	Teléfono
Datos generales de la muestra		
Nombre	Marca	No. de Lote
Fecha de caducidad	Cantidad de muestra	Estado de la etiqueta
Análisis realizado(s)	Método(s) empleados	Protocolos o normas consultadas

5.3.- FORMATO DE RESULTADOS Y CONCLUSIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE.

Nombre del ensayo	Valor oficial +- tolerancia	Valor real experimental	Aprobado / rechazado
Conclusión			
Nombre y firma del analista:			Fecha:
Supervisó nombre			Firma

5.4.- RUBRICA DE EVALUACIÓN DE SABER-HACER.

INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACION				EVALUACION
	EXCELENTE 1 puntos	SUFICIENTE 0.9 puntos	ELEMENTAL 0.8 puntos	INSUFICIENTE	
CONTENIDO 30%	La información está claramente relacionada con el tema principal y proporciona varias ideas secundarias y/o ejemplos.	La información da respuesta a las preguntas principales y 1-2 ideas secundarias y/o ejemplos.	La información da respuesta a las preguntas principales, pero no da detalles y/o ejemplos.	La información tiene poco o nada que ver con el tema planteado.	
CONOCIMIENTO 15%	Todos los estudiantes demostraron excelente conocimiento o del contenido, no necesitando tarjetas de notas y no mostrando indecisión al hablar o al contestar preguntas.	Todos los estudiantes demostraron excelente conocimiento del contenido, pero 1 estudiante necesitó tarjetas de notas para hablar o contestar preguntas en una ocasión.	Todos los estudiantes demostraron excelente conocimiento del contenido, pero 2 estudiantes necesitaron tarjetas de notas para hablar o contestar preguntas en una ocasión.	La mayoría de los estudiantes necesitaron tarjetas de notas para hablar y contestar preguntas.	
ORGANIZACIÓN 15%	La información está muy bien organizada con intervenciones muy coherentes y con subtemas.	La información está organizada con intervenciones coherentes.	La información está organizada, pero las intervenciones no son coherentes.	La información proporcionada no parece estar organizada ni es coherente.	
DIAGRAMAS E ILUSTRACIONES 15%	Los diagramas e ilustraciones son ordenados, precisos y añaden al entendimiento del tema.	Los diagramas e ilustraciones son precisos pero sólo añaden algo al entendimiento del tema.	Los diagramas e ilustraciones son ordenados y precisos y añaden poco al entendimiento del tema.	Los diagramas e ilustraciones no son precisos o no añaden al entendimiento del tema.	
TOTAL					

5.6.- REACTIVOS PARA EVALUAR EL SABER-CONOCER

5.6.1.- OXÍGENO DISUELTO Y SULFUROS

1. Para la cuantificación de este oxígeno se colocan en orden algunos reactivos, en primera instancia es _____, después es el _____
2. En la cuantificación del oxígeno disuelto se utiliza un matraz con cuello esmerilado y un tapón específico el cual permite mantener un volumen determinado, en razón que cada vez que se establecen reacciones se vacía el exceso; este matraz recibe el nombre de _____
3. El indicador que se utiliza en estas reacciones es el _____
4. El oxígeno disuelto en presencia del segundo reactivo forma _____
5. El yodo molecular en la titulación de los sulfuros se reduce a _____
6. Al reaccionar el yodo molecular con los sulfuros estos se transforman en _____ mientras que los sulfuros pasan a _____
7. Al titular el exceso de yodo se tiene que realizar la reacción entre el yodo y el agente titulante el cual es _____
8. Para la cuantificación de sulfuros presentes en el agua comercial se pone en un vaso tequilero un exceso de yodo molecular para que reaccione con los sulfuros presentes en el agua, posteriormente el exceso de yodo se titula para la cuantificación, este tipo de valoraciones indirectas reciben el nombre de _____
9. Para cuantificar el oxígeno disuelto en el agua comercial en un matraz que sustituyo al frasco de Winkler se agrega 1 mL de solución alcalina de yoduro y 1 mL de solución manganosa, posteriormente el contenido del matraz se vierte en un vaso de precipitados de 400 mL, se le agregó un pequeño volumen de ácido clorhídrico concentrado y se procedió a realizar la valoración, el gasto del agente titulante fue de 2.3 mL en promedio, la concentración fue de 0.0456 N. Reporte las ppm. de oxígeno disuelto en la muestra.
10. En la cuantificación de sulfuros se colocaron 5 mL de disolución de yodo molecular de concentración 0.0456 N y 2 mL de muestra de agua comercial, la titulación requirió 3.6 mL de Tiosulfato de sodio de concentración 0.04216 N cuando se usó

almidón como indicador y viro de azul a incoloro reporte los mg/L de sulfuros presentes en la muestra

5.6.2.- CLORO RESIDUAL Y DUREZA.

1. Entre el cloro residual y la muestra de agua comercial el agente reductor es el_____
2. En la valoración de que se da en la determinación de cloro residual el agente reductor es el_____ y el oxidante es el_____
3. El equilibrio en el que se basa la determinación de cloro residual hay una transferencia de_____
4. En la cuantificación de dureza total el indicador NET cambia de color rojo a _____
5. En dureza total cálcica y magnésica el agente titulante es el_____
6. El indicador utilizado en la dureza cálcica viro de _____ a _____
7. Para regular el pH en la determinación de la dureza total se usa una_____
8. El equilibrio en el cual se basa la determinación de cloruros es el de_____
9. Para la cuantificar la cantidad de dureza se gastaron en promedio en tres alícuotas de 25 mL cada una 2.3, 2.2 y 2.4 mL de agente titulante, a la muestra de agua se le adiciono 5 mL de una disolución NH_4^+ / NH_3 para regular el pH la concentración de agente titulante fue de 0.01004 M al viro del indicador utilizado fue el NET, mientras que para la dureza cálcica se utilizó hidróxido de sodio, los gastos fueron de 1.0, 0.9, y 1.1 reporte la dureza total cálcica y magnésica.
10. Reporte las partes por millón de cloro residual si al hacer reaccionar 25 mL del agua comercial con el agente reductor generó un oxidante, que al reaccionar con el indicador de almidón formó un complejo negro, que se valoró con 2.32 mL en el promedio del agente reductor, de concentración 0.025 N al viro del indicador

5.6.3.- ALCALINIDAD Y CLORO RESIDUAL.

1. La determinación de alcalinidad se cuantifica de acuerdo al método de Warder en el cual se realizan algunas reacciones que están basadas en el equilibrio_____
2. Los indicadores que se utilizan siguen un orden 1°_____y 2°_____
3. Los iones que pueden impartir alcalinidad al agua son_____y_____
4. Las posibles mezclas que se pueden dar como una función de la respuesta del indicador son _____ y _____-
5. En la cuantificación de los cloruros el agente titulante es el_____
6. En el método de Mohr la sustancia que se usa como indicador es el_____
7. El agente titulante y el indicador forman un sólido de color_____
8. El agente titulante y los cloruros forman un sólido blanco llamado_____
9. Para cuantificar la alcalinidad total en agua comercial se utilizaron 25 mL de muestra, al agregar indicador de fenolftaleína se obtuvo un color rosa y se procedió a valorar el gasto con este indicador el cual fue de 3.46 mL en promedio, al agregar indicador de naranja de metilo 3 gotas y al vire de este , el gasto de ácido sulfúrico fue de 1.87 mL en promedio, el ácido valorado, su concentración fue de 0.02071 N. Reporta la alcalinidad total NOTA: recuerda utiliza tu tabla para los posibles casos de alcalinidad y recuerda que no es transferible.
10. Reporte las partes por millón de cloro residual si al hacer reaccionar 25 mL del agua comercial con el agente reductor generó un oxidante, que al reaccionar con el indicador de almidón formó un complejo negro, que se valoró con 2.32 mL en promedio del agente reductor, de concentración 0.025 N al vire del indicador .

5.6.3.- GRAVIMETRÍA Y ALCALINIDAD.

1. El sólido insoluble que se produce entre el agente precipitante y el ión sulfato es el _____
2. El sólido insoluble que se obtiene de la reacción que separa del líquido a través de un proceso llamado _____
3. Cuando las cenizas se someten a alta temperatura hasta obtener cenizas blancas el proceso se llama _____
4. Cuando la masa molar del ión buscado se divide entre la masa molar del sólido obtenido, el resultado de la división se le conoce como _____
5. En la determinación de alcalinidad el indicador que se utiliza en primer orden es la fenolftaleína la cual en medio ácido es incolora pero en medio básico es de color _____, mientras que el indicador naranja de metilo es amarillo en medio básico pero la valoración termina cuando este es de color _____
6. Las reacciones que se emplean en la determinación de alcalinidad se dan entre ácidos y bases con el uso de los dos indicadores, el método utilizado es llamado de _____
7. Como fue el caso de las aguas analizadas, la fenolftaleína no generó color y solo se valoró con el naranja de metilo. Por lo tanto en esas aguas de acuerdo a la tabla la alcalinidad la impuso el ión _____
8. En función de la tabla el volumen del indicador naranja de metilo es mayor que el de la fenolftaleína, la alcalinidad está impartida por dos iones los cuales son: _____ y _____
9. Para cuantificar la cantidad de sulfatos presentes en una muestra de agua se utilizó el método gravimétrico, donde la masa de la capsula a peso constante fue de 46.7896 g, mientras que la masa con cenizas peso 46.9628 g, el factor gravimétrico tiene un valor de 0.4120 y la muestra analizada fue de 100 mL, reporte el % de Sulfatos en el agua comercial.
10. Para cuantificar la alcalinidad total en un agua comercial se utilizaron 25 mL de muestra, al agregar indicador de fenolftaleína se obtuvo un color rosa y se procedió a valorar, el gasto con este indicador fue de 3.46 mL en promedio, al

agregar indicador de naranja de metilo (3 gotas) y al vire de este, el gasto de ácido sulfúrico fue de 1.87 mL en promedio, el ácido valorado, su concentración fue de 0.02071 N. Reporta la alcalinidad total NOTA: recuerda utiliza tu tabla para los posibles casos de alcalinidad y recuerda que no es transferible.

5.6.5.-CLORUROS.

1. En la cuantificación de los cloruros el agente titulante es el_____
2. En el método de Mohr la sustancia que se usa como indicador es el_____
3. El agente titulante en el método de Mohr es el_____
4. En la cuantificación de los cloruros inicialmente el indicador es de color_____
5. De las propiedades organolépticas valoradas en el agua son_____
6. El sistema de electrodos utilizados en la cuantificación del pH son_____
7. Para calibrar el pHmetro se usa una disolución_____
8. La densidad se obtiene midiendo la relación masa entre_____
9. Para cuantificar la densidad del agua el peso del pignómetro a peso constante fue de 17.8947 g, mientras que la masa del pignómetro con el agua fue de 27.8992 g y la capacidad del pignómetro calibrado fue de 9.9923 mL. Determine la densidad de esa agua comercial.
10. Para cuantificar la cantidad de cloruros presentes en una muestra de agua, se utilizó el método de Mohr. La concentración del agente titulante fue de 0.01398 N, los valores de gasto fueron 1.8, 2.0, y 2.2, la muestra de agua fue de 30 mL y el indicador cambio de amarillo a rojo.
11. En la cuantificación de los cloruros la reacción con el agente titulante produce_____

12. En el método de Mohr, la sustancia que se usa como indicador produce un color_____
13. El agente titulante en el método de Mohr con el indicador da un color_____
14. Para la cuantificación de este tipo de oxígeno se colocan en orden algunos reactivos en primera instancia es el_____ y después el_____
15. En la cuantificación del oxígeno disuelto se utiliza un matraz con cuello esmerilado y un tapón específico el cual permite el mantener un volumen determinado, en razón que cada vez que se establecen reacciones se vacía el exceso. Este matraz recibe el nombre de_____
16. El indicador que se utiliza en estas reacciones es el_____
17. El oxígeno disuelto en presencia del segundo reactivo forma_____
18. Para cuantificar el oxígeno disuelto en el agua comercial en un matraz que sustituyo al frasco de Winkler se agregó 1 mL de solución alcalina de yoduro y 1 mL de solución manganosa, posteriormente el contenido del matraz se pasó a un vaso de precipitados de 400 mL se le agregó un pequeño volumen de ácido clorhídrico concentrado y se procedió a realizar la valoración. El gasto del agente titulante fue de 2.35 mL en promedio la concentración fue de 0.0456 N. Reporte las ppm de oxígeno disuelto de la muestra.
19. Para cuantificar la cantidad de cloruros presentes en una muestra de agua se utilizó el método de Mohr, la concentración del agente titulante fue de 0.01398 N, los volúmenes de gasto fueron 1.8, 2.0 y 2.2, la muestra de agua fue de 30 mL y el indicador cromato de potasio. Reporte la cantidad de cloruros en la muestra.

6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PROBLEMÁTICA SITUADA Y DEL USO DE LAS HERRAMIENTAS HEURÍSTICAS.

De acuerdo a los valores establecidos por las normas oficiales mexicanas correspondientes al control de calidad de agua potable comercial, los resultados obtenidos experimentalmente basados en los diferentes equilibrios físicos y fisicoquímicos, se puede establecer que el agua analizada cumple con los estándares de calidad.

Las herramientas heurísticas permiten organizar la información de manera lógica y englobar los temas necesarios para el estudio a realizar.

Las redes semánticas al ser una estructura gráfica, establecieron la estructura conceptual del problema a resolver, y fueron una técnica útil para el análisis del contenido. La red presenta el dibujo de las complejas relaciones que se advierten en los elementos del problema a resolver, de esta forma fue posible establecer los requisitos previos para iniciar la actividad experimental previstas en el bloque 1 y necesarias para el desarrollo experimental del bloque 2.

En el bloque 2 con una visión de paracaidista se pudo ordenar las diferentes cuantificaciones que formaron una batería de pruebas, además los equilibrios químicos y electroquímicos en que se basaron las diferentes cuantificaciones y que permitieron perfilar el desarrollo de la teoría de cada una de estas pruebas.

De igual manera los diagramas de bloques permitieron establecer el orden de la actividad experimental, la cantidad de muestra, el material necesario, los reactivos y su concentración, además las fórmulas para los cálculos que se emplean en las cuantificaciones.

Los diagramas “Ve” permitieron establecer un análisis concreto para cada una de las cuantificaciones manejando en el lado teórico, de acuerdo al modelo de competencias el mínimo deseable y el mínimo indispensable para el entendimiento de la cuantificación, asociándolo a verbos que están relacionados con los diferentes niveles del proceso cognitivo. Y en el campo teórico el conocimiento

previo que implica la cuantificación representada en la pregunta foco o centro del diagrama “Ve” como un problema a resolver, y en el vértice las relaciones actuales de utilidad.

Los mapas conceptuales sirvieron para mostrar las relaciones jerárquicas de los conceptos asociados a cada una de las cuantificaciones, y de esta manera se desarrolló la teoría de manera lógica y puntual en el contexto del problema situado (control de calidad de agua potable comercial). Teniendo siempre en mente dos principios básicos: claridad y complejidad, que fueran lo más claros posibles y lo menos complejo posibles, permitieron de esta forma descartar información que no era relevante para el desarrollo del trabajo.

Todas las herramientas heurísticas utilizadas fueron organizadores anticipados que permitieron establecer una estrategia de trabajo cumpliendo cada de ellos una parte fundamental desde el planteamiento del problema, hasta la obtención de resultados, que permitieron concluir con éxito las competencias básicas y profesionales asociadas a los contenidos de la problemática situada.

7.- CONCLUSIONES.

La aplicación de herramientas heurísticas (organizadores anticipados) permitió resolver la problemática situada, estableciendo un control de calidad al agua potable comercial, comparando los resultados con normas oficiales mexicanas, las cuales sirvieron de referencia para el desarrollo de las cuantificaciones realizadas.

Las redes de panel, permitieron tener una visión de paracaidista sobre los temas, subtema y tópicos incluidos en el estudio, y de esta forma, se logró hacer cortes específicos sobre temas requeridos para abordarlos de forma más concreta.

Mediante los diagramas de bloques se estableció la secuencia experimental hasta llegar al resultado del parámetro en estudio, la cantidad de muestra, el material necesario, los reactivos y las fórmulas para los cálculos que se emplearon en las cuantificaciones. De tal suerte que esta herramienta tiene su utilidad e importancia, como una guía detallada del trabajo en el laboratorio.

Los diagramas “Ve”, permitieron explorar el conocimiento previo requerido considerando los mínimos deseables y los mínimos indispensables para lograr los alcances establecidos en cada una de las determinaciones, a través de verbos que están asociados con los niveles del proceso cognitivo que determinan tareas y permiten transitar a las competencias mediante tareas y orientar la estrategia a seguir. A partir de estos diagramas también posible considerar el campo teórico y el campo metodológico para el diseño de instrumentos de evaluación (exámenes) utilizando técnicas, instrumentos y reactivos, y de esta manera evaluar el conocer que es uno de los aspectos importantes en el contexto de competencias.

La estructura lógica para el desarrollo de la parte teórica se obtuvo mediante mapas conceptuales, los cuales al ser desarrollados semánticamente produjeron una teoría muy puntual desechando información que no es relevante.

Las competencias implican evaluar el “saber-hacer”, el cual está relacionado con el trabajo de equipo, y el uso de formatos de rubrica ponen de manifiesto esta

actividad al establecer los niveles de desempeño del equipo, mientras que otro aspecto a evaluar es el saber ser que está relacionado con el desempeño individual al interior de un equipo de trabajo y que puede ser autoevaluado y coevaluado utilizando el formato de autoevaluación.

Ni los modelos de competencias ni los constructos están por encima del contenido de los programas, sin embargo la herramienta heurística permite ordenar y clarificar los contenidos que están asociados a una problemática situada. Estas herramientas trascienden el ámbito de las aulas formando a los sujetos para enfrentar problemas en el ámbito laboral y para la vida.

8.- REFERENCIAS.

1. Arboleda Valencia , J. (2000). *Teoría de la purificación del agua* . México: McGraw-Hill.
2. Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Psicología educacional: Una visión cognitiva*. New York: Holt.
3. Delors, J., Amagi, I., Al Mufti, I., Cameiro, R., Chung, F., Geremek, B., y otros. (1996). *La educación encierra un tesoro* . Madrid España : Santillana Ediciones UNESCO.
4. Díaz Barriga , F. A., & Hernandez Rojas , G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. México: Mc Graw-Hill.
5. Faure, E., Herrera, F., Kaddoura, A.-R., Lopes, H., V. Petrovski, A., Rahnema, M., y otros. (1973). *Aprender a ser*. Madrid España : Alianza.
6. Harris, D. (1992). *Análisis químico cuantitativo*. México D.F.: Iberoamérica.
7. Hermosillo, M. E., & Sosa Peinado , E. (2004). *Reflexiones imprescindibles, programas de estudio para el bachillerato tecnológico*. México: Colégio de bachilleres.
8. Ledesma Muñoz, V., & Conde Beristain , J. (2004). *Manual para la elaboración de estrategias didácticas basadas en el aprendizaje*. México D.F: DGETI.
9. Mendoza Carrera , E. (2000). *La investigación cualitativa y su reflexión en el campo científico de la psicología y la educación*. México D.F.: Universidad La Salle.
10. NMX-AA-008-SCFI-2011. (2011). *Determinación del pH*. México D.F: Estados Unidos Mexicanos.
11. NMX-AA-012-SCFI-2001. (2001). *Determinación de oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos .
12. NMX-AA-074-1981. (1981). *Determinación del ión sulfato*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos .

13. NMX-AA-084-1982. (1982). *Determinación de sulfuros*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos.
14. NMX-AA-100-1987. (1987). *Determinación de cloro total, método iodométrico*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos.
15. NMX-AA-108-SCFI-2001. (2001). *Determinación de cloro libre y cloro total*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos.
16. NOM-127-SSA1-1994. (2000). *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos.
17. NOM-179-SSA1-1998. (1998). *Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos.
18. NOM-230-SSA1-2002. (2002). *Agua para uso y consumo humano, requisitos que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua*. México D.F.: Estados Unidos Mexicanos.
19. Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guía para la calidad del agua potable*. Ginebra : OMS.
20. Ornelas , C. (2001). *Investigación y política educativas: ensayos en honor a Pablo Latapí*. México D.F.: Santillana .
21. Perea Dorado , C. (1996). <http://cursos.cepcastilleja.org>. Recuperado el 25 de Mayo de 2014, de http://cursos.cepcastilleja.org/file.php/1/documentos/competencias/aa/aprender_a_aprender.pdf
22. Pozo Municio , J. (1999). *Aprendices y maestros*. Madrid España : Alianza .
23. Pozo Municio, J. I., & Gomez Crespo , M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid España : Morata.
24. Soto Sanchez , R. (Enero-Junio de 1999). *Gestión y estrategia*. Recuperado el 10 de Junio de 2014, de <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num15/doc06.htm>
25. Tebbutt, T. H. (1999). *Fundamentos de control de calidad del agua*. Universidad de Brimingham Reino Unido: Limusa.