



## **Universidad Internacional de La Rioja**

### **Facultad de Educación**

#### **Trabajo de Fin de Máster**

Propuesta de actividades para la evaluación de la competencia “Resolución de problemas de forma cooperativa” en la materia de Física y Química de 3º de E.S.O.

**Presentado por:** Fco. Javier Rodríguez Cabrera

**Línea de investigación:** Métodos pedagógicos. Propuesta de intervención. Estilos de enseñanza y didáctica de las materias del currículo.

**Directora:** Dra. Susana Quirós Alpera  
**Ciudad:** Barcelona  
**Fecha:** 15 de Mayo de 2015

## **RESUMEN**

La competencia “Resolución de problemas de forma cooperativa” (RPC) es de reciente incorporación al Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). Su enseñanza y evaluación en el aula requiere diseñar un determinado tipo de actividades que permita a un grupo de alumnos aplicar para su resolución ciertas habilidades sociales y cognitivas.

El objetivo de este trabajo de investigación-acción consiste en proponer unos criterios que faciliten la elaboración de actividades evaluativas de la RPC con alumnos de 3º de E.S.O. en la materia de Física y Química que luego se aplicarán en el enunciado, preparación y resolución de un problema concreto.

Para ello se ha establecido un marco teórico basado en el análisis de las habilidades clave que configuran la competencia RPC y en la revisión de los fundamentos metodológicos del aprendizaje cooperativo.

La intervención ha consistido en la evaluación de la competencia RPC a un grupo de alumnos de 3º de E.S.O. mediante la resolución práctica de un problema relacionado con una Unidad Didáctica de Química, diseñado a partir de los postulados del marco teórico, la colaboración de los profesores del curso y las observaciones realizadas durante el periodo de Prácticum.

Se concluye que los criterios propuestos son adecuados para diseñar actividades evaluativas de la RPC y que es recomendable incluir este tipo de ejercicios en las programaciones de la materia como instrumento para mejorar tanto el desarrollo de las habilidades sociales y cognitivas de los alumnos, como el aprendizaje significativo de los contenidos curriculares.

## **PALABRAS CLAVE**

Resolución de problemas de forma cooperativa, Aprendizaje cooperativo, Resolución de problemas. Educación Secundaria Obligatoria, Física y Química.

## **ABSTRACT**

The competence “Collaborative Problem Solving” (CPS) has been recently included in the Programme for International Students Assessment (PISA). The assessment of CPS in the classroom requires designing a specific kind of activity that allows a group of students apply their both social and cognitive skills.

This paper of Action Research proposes the conditions to consider when developing activities to assess the CPS with students of 9<sup>th</sup> grade of Secondary School (3º E.S.O.) in the subject of Physics and Chemistry which are afterwards apply when drafting the statement of a problem.

The conceptual framework of the work is based on the analysis of the key skills that involve the CPS and the review of the methodological foundations of cooperative learning.

The educational intervention consisted in the assessment of CPS of a group of students of 3º E.S.O. through the resolution of a problem about the contents of a Didactic Unit of Chemistry, designed considering the principles of the conceptual framework, the cooperation of the teachers of the school and the observations recorded during the Practicum.

The main conclusions of this research are that the proposed criteria are adequate in order to elaborate activities to assess the CPS and that it is advisable to incorporate this kind of exercises into the program of the subject as an instrument to improve the performance of the students in both social and cognitive skills as well as the significative learning of the curricular contents.

## **KEYWORDS**

Collaborative problem solving, Cooperative Learning, Problem solving, Secondary School Physics and Chemistry.

## **ÍNDICE**

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>2 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>9</b>
2.1 La Resolución de Problemas de forma Cooperativa: una competencia clave en el siglo XXI. ....	9
2.2 Necesidad de actividades concretas y realizables en el aula.....	10
2.3 Coincidencia con el Proyecto institucional de Aprendizaje Cooperativo de La Salle Tarragona .....	11
<b>3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos .....	12
3.3 Metodología .....	12
<b>4 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
4.1 Qué entendemos por Resolución de Problemas de forma Cooperativa (RPC) .....	13
4.2 Las habilidades que configuran la competencia RPC en el ámbito del ATC21S®.....	16
4.3 Principios básicos del aprendizaje cooperativo (AC).....	18
4.3.1 El aprendizaje cooperativo frente a los retos del s. XXI .....	19
4.3.2 Requisitos que deben cumplirse al aplicar el AC .....	20
4.3.3 Fundamentos del proyecto de AC en el centro La Salle Tarragona .....	21
<b>5 ADAPTACIÓN DEL MARCO DE EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA RPC PROPUESTO POR ATC21S® A 3º DE ESO ..</b>	<b>22</b>
5.1 Proceso de selección de las habilidades a observar y evaluar .....	23
5.2 Habilidades a evaluar.....	26
5.3 Establecimiento de las rúbricas de evaluación para cada habilidad seleccionada .....	26
<b>6 SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS OBJETO DE ESTA PROPUESTA .....</b>	<b>27</b>
<b>7 CRITERIOS PARA ELABORAR ACTIVIDADES PARA EVALUAR LA RPC.....</b>	<b>28</b>
7.1 El enunciado de los problemas.....	29

7.2	Otros criterios a considerar.....	32
7.2.1	Agrupamientos.....	32
7.2.2	Tiempo asignado .....	32
7.2.3	Recursos necesarios y preparación previa.....	32
<b>8</b>	<b>CONTEXTO DE LA INTERVENCIÓN .....</b>	<b>33</b>
8.1	Características del grupo.....	33
8.2	Características de los alumnos.....	34
8.3	La Unidad Didáctica y la actividad seleccionada.....	34
<b>9</b>	<b>PROPUESTA DE LA ACTIVIDAD EVALUATIVA .....</b>	<b>35</b>
9.1	Actividad evaluativa de la unidad didáctica: La Materia .....	35
<b>10</b>	<b>RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
10.1	Desarrollo de la actividad .....	36
10.2	Resultados obtenidos de la actividad evaluativa.....	37
10.2.1	Resultado de la evaluación de la RPC como equipo .....	37
10.2.2	Resultados de la evaluación a nivel individual.....	38
10.2.3	Resultado de la evaluación de los contenidos curriculares .....	39
10.3	Discusión de los resultados obtenidos y lecciones aprendidas .....	40
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>12</b>	<b>LIMITACIONES Y PROSPECTIVA.....</b>	<b>44</b>
<b>13</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>
14.1	Encuesta realizada a los profesores de 3º de E.S.O. para seleccionar las habilidades más idóneas para evaluar a sus alumnos. ....	49
14.1.1	Carta de presentación y cuestionario .....	49
14.1.2	Preguntas formuladas a los profesores de 3º de ESO.....	51
14.1.3	Respuestas recibidas .....	51
14.2	habilidades evaluadas.....	53
14.2.1	Acción.....	53
14.2.2	Interacción.....	53
14.2.3	Negociación.....	54
14.2.4	Responsabilidad .....	54
14.2.5	Síntesis.....	55
14.2.6	Gestión de recursos.....	55

14.3 Descripción de la Actividad “Mezclas nutritivas”, desarrollada para evaluar la RPC en la U.D. La materia .....	56
14.3.1 Enunciado del problema “Mezclas nutritivas” .....	56
14.3.2 Preparación del ejercicio. ....	57
14.3.3 Recursos necesarios:.....	58
14.3.4 Agrupamiento y disposición del material.....	59
14.3.5 Posible estrategia de resolución: .....	59
14.3.6 Criterios de evaluación del contenido curricular del problema .....	61
14.3.7 Variaciones al problema y otras consideraciones .....	61
14.3.8 Ejemplo de hoja de registro utilizada por los alumnos observadores durante el ejercicio .....	62

## **ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

Tabla 4.1	Cuadro de habilidades de la competencia RPC según ATC21S®	... 16
Figura 5.1	Calificación de las diferentes habilidades por los profesores de E.S.O.	... 23
Figura 5.2	Clasificación de habilidades según su relevancia	... 24
Tabla 5.2	Las 5 habilidades mejor valoradas según criterios propuestos	... 24
Tabla 6.1	Unidades didácticas seleccionadas	... 27
Figura 10.1	Alumnos durante el ejercicio de evaluación	... 35
Tabla 10.1	Resumen de la evaluación general de las habilidades	... 37
Tabla 10.2	Resultado de la evaluación individual de las habilidades	... 38
Tabla 14.1	Descripción de habilidades de la RPC	... 49
Tabla 14.2	Respuestas de los profesores a la encuesta	... 51
Tabla 14.3	Bases para la evaluación de la habilidad: Acción	... 52
Tabla 14.4	Bases para la evaluación de la habilidad: Interacción	... 52
Tabla 14.5	Bases para la evaluación de la habilidad: Negociación	... 53
Tabla 14.6	Bases para la evaluación de la habilidad: Responsabilidad	... 53
Tabla 14.7	Bases para la evaluación de la habilidad: Síntesis	... 54
Tabla 14.8	Bases para la evaluación de la habilidad: Gestión de los recursos	... 54
Figura 14.1	Esquema de distribución de alumnos y materiales	... 58
Tabla 14.9	Rúbricas para evaluar los contenidos curriculares	... 60
Figura 14.2	Hoja de registro de comportamientos observados por los alumnos	... 61

## **1 INTRODUCCIÓN**

La resolución de problemas de forma colaborativa (RPC) se ha identificado como una competencia crítica y necesaria en el ámbito educativo y laboral (OCDE, 2013). En el año 2015, por primera vez, la RPC ha sido evaluada en el contexto del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA).

Este trabajo de fin de máster (TFM) consiste en una investigación-acción sobre la evaluación de la competencia en el marco de las ciencias experimentales de la Educación Secundaria Obligatoria, concretamente en la materia de Física y Química de 3º de E.S.O.

La evaluación de la competencia ha de interpretarse como una actividad formativa que permite obtener un diagnóstico de su nivel de desempeño, a partir del que se podrán proponer actividades de enseñanza-aprendizaje para su desarrollo.

El presente TFM constituye un trabajo cuasi-experimental basado, por una parte, en el análisis del marco teórico que describe la naturaleza del aprendizaje cooperativo y de la evaluación de la competencia RPC. Este marco teórico se ha establecido a partir de la revisión bibliográfica de publicaciones tanto de investigadores en el ámbito de la pedagogía, como de instituciones con competencias en el ámbito educativo.

Por otra parte y a partir de lo anterior, se formula una propuesta de intervención consistente en la elaboración y puesta en práctica de una actividad evaluativa de la RPC contextualizada en la materia y curso señalados.

Para llegar a la propuesta de la actividad evaluativa se han planteado tres interrogantes. (i) De las diferentes habilidades en las que se puede estructurar la competencia RPC, ¿cuáles son las más relevantes para ser evaluadas en alumnos de 3º de ESO?; (ii) ¿en la materia de física y química, qué contenidos curriculares son los más idóneos para ser incluidos en las actividades evaluativas? y (iii) ¿qué criterios deben cumplir los problemas planteados a los alumnos para que permitan evaluar la competencia RPC de forma efectiva?

Para responder al primer interrogante se ha encuestado a los profesores que imparten sus clases en 3º de E.S.O. del Colegio La Salle de Tarragona, centro donde el autor ha realizado su periodo de Prácticum. El resultado ha sido la selección de un conjunto de 6 habilidades como las más idóneas para ser evaluadas.

Los contenidos curriculares se han seleccionado a partir de las disposiciones legales que los regulan y de la propia programación curricular del centro.

Por último, a partir de la bibliografía estudiada, se han establecido los criterios que se deben utilizar al redactar un problema que se proponga como actividad evaluativa de la RPC para luego ser aplicados como acción de intervención educativa.

## **2 JUSTIFICACIÓN**

Entre las razones en las que se fundamenta este trabajo se encuentra la creciente importancia que conceden las autoridades educativas a nivel internacional a la competencia “Resolución de problemas de forma cooperativa”, como una de las clave para la formación de los alumnos y su preparación para el mundo laboral en la era de la globalización y las tecnologías digitales de la información y la comunicación.

A otra escala, se constata la necesidad de disponer de actividades prácticas que permitan evaluar en el aula y con alumnos de secundaria la capacidad de resolver problemas de forma cooperativa. Abundan las propuestas de actividades diseñadas para la asimilación de conocimientos, pero son más escasas las orientadas a evaluar el aprendizaje mediante la resolución de problemas cooperativamente.

Por último, el Colegio La Salle Tarragona ha brindado una excelente oportunidad al permitir concluir el periodo de Prácticum con la aplicación real de un ejercicio de RPC en el grupo de alumnos de 3º de E.S.O. de la materia de Física y Química, aprovechando el contexto de un proyecto institucional que impulsa el centro sobre Aprendizaje Cooperativo

A continuación se desarrollan estos argumentos con más detalle.

### **2.1 La Resolución de Problemas de forma Cooperativa: una competencia clave en el siglo XXI.**

En el año 2008 las compañías Cisco Systems Inc., Intel Corporation y Microsoft Corp. acordaron impulsar un ambicioso programa de investigación para acelerar el ritmo de la reforma en la Educación a nivel global. Las tres compañías coincidieron en diagnosticar que los jóvenes que se incorporaban en sus plantillas carecían de las habilidades necesarias para el mundo laboral de la era digital. Decidieron concentrar su esfuerzo en la transformación de los métodos de enseñanza, aprendizaje y

evaluación de las habilidades propias de la sociedad del siglo XXI. Esta iniciativa se concretó en el proyecto “Assesment and Teaching of the 21<sup>st</sup> Century Skills”, en adelante ATC21S®, que se dio a conocer en el “Learning and Technology World Fourm London 2009”, donde han participado más de 250 investigadores.

El equipo del ATC21S® dirigido por el profesor de la Universidad de Melbourne, Patrick Griffin, identificó la competencia “Resolución de problemas de forma colaborativa” (RPC) como fundamental para ser desarrollada en las aulas.

Otros autores como Johnson & Johnson (2014) coinciden en proponer la resolución creativa de problemas y el aprendizaje cooperativo como las herramientas necesarias para afrontar los retos de la sociedad contemporánea.

Además, las Administraciones impulsan un creciente enfoque competencial en la elaboración de las programaciones curriculares de las materias. Se trata de trascender de la mera reproducción de contenidos transmitidos por el profesor y conseguir que el alumno sea capaz de aplicar su aprendizaje para resolver problemas prácticos de la vida cotidiana y de hacerlo en equipo.

## **2.2 Necesidad de actividades concretas y realizables en el aula.**

A partir de las entrevistas realizadas a los profesores del centro donde se ha desarrollado Prácticum, se ha constatado el reconocimiento general de las bondades teóricas del Aprendizaje Cooperativo. Sin embargo, se encuentran dificultades para aplicar actividades probadas y efectivas con sus alumnos de E.S.O. Especialmente, cuando el objetivo de la actividad no consiste en mejorar el nivel de asimilación de contenidos o favorecer el aprendizaje de los alumnos con más dificultades para los que existe un buen catálogo de actividades y dinámicas de grupo (Laboratorio de innovación educativa, 2009).

Autores como Adeyemy (2008) y Aguilar, Inciarte y Parra (2011) subrayan las ventajas de aplicar técnicas de aprendizaje cooperativo y estrategias de resolución de problemas en ámbitos diferentes como las Ciencias Sociales y la Química respectivamente.

*“Los resultados demuestran que los estudiantes del grupo experimental lograron alcanzar mayores niveles de respuestas correctas con mayor grado de conciencia y generalización, evidenciándose la efectividad de esta estrategia didáctica”* (Aguilar, Inciarte y Parra, 2011, p. 203)

Sin embargo, es muy escasa la información que aportan sobre el diseño de las actividades, las pautas utilizadas para redactar los enunciados y los métodos de evaluación aplicados.

Por tanto, merece la pena explorar los criterios que se deben observar a la hora de diseñar, elaborar, presentar, realizar y evaluar las actividades con las que se pretenda mejorar esta competencia y aspirar a proponer algunas que puedan aplicarse a lo largo del curso escolar.

### **2.3 Coincidencia con el Proyecto institucional de Aprendizaje Cooperativo de La Salle Tarragona**

Desde hace unos años los centros del Instituto de los Hermanos de las Escuelas Cristianas impulsan un proyecto de aplicación de la estrategia de Aprendizaje Cooperativo.

El proyecto se basa en el programa “CA/AC cooperar para aprender, aprender a cooperar” propuesto por Pujolás y Lago (2011). Estos autores han adoptado buena parte de las tesis defendidas por el Dr. Spencer Kagan y su teoría de las “estructuras” (Kagan, 2009), como método eficaz de introducir la estrategia del aprendizaje cooperativo en el aula.

El centro La Salle Tarragona se encuentra en la etapa de implantación de estrategias de aprendizaje cooperativo en Secundaria por lo que, además de las razones expuestas más arriba, se suma la posibilidad de aprovechar las experiencias recogidas en el propio centro y aplicar las propuestas de este trabajo en sus aulas.

## **3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

Griffin y Care (2013) afirman que la resolución de problemas de forma cooperativa exige poner en juego una serie de habilidades sociales y cognitivas que, definidas adecuadamente, pueden ser evaluables y objeto de aprendizaje.

Autores como Sharan (2014) defienden que el desarrollo de estas habilidades específicas debe producirse simultáneamente a la consecución de los objetivos curriculares de cada materia y adecuados al nivel de desarrollo intelectual y madurativo de los alumnos. En todos los casos, el aprendizaje cooperativo debe cumplir unos requisitos mínimos para que sea eficaz.

Aunque en la literatura abundan las propuestas de actividades cooperativas para trabajar las fases receptiva, reflexiva y retentiva del aprendizaje, no se encuentran tantas para desarrollar y evaluar las fases creativas y extensivas.

El modelo de las estructuras de Kagan sirve de ilustración. De las 36 dinámicas que presenta en su manual (Kagan y Kagan, 2009) solo 2 están especialmente recomendadas para trabajar la toma de decisiones y 3 para presentar información, Sin embargo, se describen 11 estructuras especialmente adecuadas para procesar información y 25 para asimilar conocimientos.

Este TFM pretende proponer un método para elaborar actividades evaluativas de la competencia RPC orientadas al nivel de 3º de E.S.O. y en la materia de Física y Química

### **3.1 Objetivo general**

El objetivo general consiste en presentar un método para evaluar la competencia RPC que incluya la asimilación de los contenidos curriculares de Física y Química de 3º de E.S.O. y aplicarlo en la evaluación de una Unidad Didáctica.

### **3.2 Objetivos específicos**

Para lograr el objetivo general, nos proponemos una serie de objetivos específicos en los que estructuraremos el trabajo.

- Adaptar el marco de referencia propuesto por ATC21S® para evaluar las habilidades de la RPC al nivel de 3º de ESO.
- Seleccionar las Unidades Didácticas y los contenidos curriculares que serán el fundamento para plantear la actividad evaluativa.
- Establecer los criterios a tener en cuenta en el diseño de las actividades de evaluación de la competencia RPC.
- Aplicar los criterios anteriores en el diseño y realización de una actividad evaluativa de la competencia RPC.

### **3.3 Metodología**

La metodología de trabajo ha consistido en realizar una investigación-acción con el propósito de realizar una intervención educativa de evaluación.

Una vez establecidos los objetivos, se ha realizado una revisión bibliográfica para disponer de una visión amplia del estado de la cuestión en términos de evaluación de competencias en la resolución de problemas y de los fundamentos del aprendizaje cooperativo.

A partir de ese marco conceptual, se han aplicado los conceptos y los recursos propuestos por los autores a las circunstancias concretas del grupo de alumnos objeto de este TFM. Para ello se ha contado con la colaboración del claustro de profesores de la etapa y con las observaciones realizadas durante el periodo de prácticas.

El trabajo de adaptación se materializa en la selección de las habilidades básicas de la competencia, la propuesta de los criterios para la elaboración de las actividades evaluativas y sus rúbricas de valoración.

## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 Qué entendemos por Resolución de Problemas de forma Cooperativa (RPC)

Se puede tomar como punto de partida la definición que la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) ofrece para la competencia “Resolución de problemas”:

*“La resolución de problemas se define como la capacidad de participar en un proceso cognitivo para entender y resolver problemas donde no hay un método de solución inmediatamente obvio. Esto incluye la voluntad para participar en dichas situaciones con el fin de lograr el potencial como ciudadano constructivo y reflexivo”.* (OCDE, 2014)

La competencia “Resolución de problemas” fue objeto de evaluación en las pruebas PISA realizadas a alumnos de 15 años en Mayo de 2012. Pero los autores del proyecto ATC21S® llegaron a la conclusión de que era necesario plantear el desempeño de esa competencia en un contexto colaborativo además del individual. Y así se planteó a la OCDE que decidió introducir la competencia RPC en las pruebas PISA 2015 definida como:

*“La competencia resolución de problemas de forma colaborativa es la capacidad de un individuo de comprometerse de forma efectiva en un*

*proceso por el que dos o más agentes intentarán resolver un problema compartiendo sus puntos de vista y los esfuerzos necesarios para solucionarlo y aportando sus conocimientos, habilidades y esfuerzos para llegar a la solución".* (OCDE, 2013)

Resolver un problema de forma colaborativa es más complejo que hacerlo de forma individual. Cada individuo tiene que poner en juego sus estrategias personales para comprender el problema, relacionarlo con sus conocimientos previos y trazar un plan de resolución y ejecutarlo coordinadamente.

Por otra parte, a diferencia de la resolución individual, cuando un equipo trabaja con el fin de resolver un desafío se puede observar el comportamiento de los participantes.

Para Hesse et al. (2015), "*colaborar es la actividad de trabajar juntos hacia la consecución de un objetivo común*". Y advierte que en esta definición, simple en apariencia, existen ciertos conceptos implícitos que merecen ser discutidos.

Introduce como primer elemento de reflexión la "comunicación", entendida como el intercambio de conocimientos u opiniones con objeto de optimizar la compresión del problema por parte de los colaboradores. Intercambiar información es necesario pero no suficiente en la RPC. Para que el proceso sea eficiente, se requiere que la comunicación vaya más allá de un mero intercambio de datos. Los participantes deben ser capaces de compartir su interpretación del problema y crear una idea común de la situación a la que se enfrentan. A partir de las diferentes aportaciones personales cada participante debe contribuir a conformar una visión compartida y que comprometa.

El segundo elemento es la "cooperación". En este TFM evitaremos entrar en distinciones entre "cooperación" y "colaboración", tomando ambos términos como sinónimos.

El concepto de cooperación, que en un principio está vinculado a la división del trabajo, en RPC adopta ciertos matices. Cooperar significa contribuir de forma necesaria en la planificación, análisis y resolución del problema. En ningún caso hay que confundirlo con el simple reparto de diferentes tareas. En un entorno cooperativo, cada miembro del equipo debe asumir su responsabilidad personal y contribuir eficazmente para lograr el objetivo compartido del grupo, coordinar su tarea con las de los compañeros y sincronizar los diferentes intentos de resolución del problema.

El tercer elemento es la sensibilidad, entendida como apertura hacia los demás. La predisposición a considerar el punto de vista y las aportaciones de los compañeros que se manifiesta en la capacidad de escucha activa. Sensibilidad con el significado de “ser sensible y responder a”. Y que implica agudeza y perspicacia para comprender los razonamientos y sentimientos ajenos y ser capaz de incorporarlos al curso de la acción.

Los modelos más comunes de resolución de problemas distinguen varias etapas: exploración, definición, planificación, ejecución y comprobación. El alumno debe comenzar por identificar el problema. Explorar, recopilar información e intentar relacionar sus conocimientos y experiencias con la situación planteada. A continuación, se realiza una representación mental del problema como situación que debe cambiar de un estado actual a un estado deseado, a través de sucesivos pasos que deberá realizar hasta llegar a la solución. Seguidamente, formulará un plan de acciones a realizar, que implicará la búsqueda de alternativas, su evaluación y la toma de decisiones con el fin alcanzar la situación final que habrá que verificar para comprobar que el problema se ha resuelto satisfactoriamente. Este proceso implica la elaboración de hipótesis y la generalización de reglas de razonamiento.

Cuando el proceso se realiza en equipo, las etapas son las mismas. La diferencia consiste en que todas las fases se realizan colectivamente y se convierten en observables.

Al intervenir varias personas, el ejercicio de resolver problemas no puede verse como un proceso simple, sino como una actividad compleja. Para que se realice de forma eficiente se tendrán que aplicar un conjunto de cualidades que cada miembro del equipo tendrá que aportar según las necesidades de la situación.

Con el trabajo del panel de expertos de ATC21S® se completa la definición de la RPC al relacionar las habilidades subyacentes que la conforman. Para cumplir con sus objetivos, impusieron tres condiciones que las habilidades debían cumplir:

- Ser medibles objetivamente y evaluables a gran escala, con independencia del evaluador.
- Poderse describir mediante indicadores de comportamiento observables que, después un periodo de formación, pudieran ser apreciados y evaluados por los profesores en sus aulas.
- Poderse enseñar y aprender. Es decir, que la habilidad en cuestión debía poderse plantear como una escala incremental con la posibilidad de ir

progresando en su desempeño mediante actividades de enseñanza-aprendizaje.

#### **4.2 Las habilidades que configuran la competencia RPC en el ámbito del ATC21S®**

Una vez identificada la competencia RPC como una de las fundamentales en la sociedad contemporánea y establecidos los criterios que debían cumplir las habilidades subyacentes, el equipo de F. Hesse abordó la cuestión de identificarlas, definirlas y relacionarlas con comportamientos observables.

Basándose en la literatura y una extensa labor de campo, ATC21S® ha propuesto que la RPC se basa en un conjunto de 18 habilidades, agrupadas en 2 dimensiones: **social y cognitiva** y 5 áreas: **participación, toma de perspectiva, regulación social, control de la tarea y, aprendizaje y creación de conocimiento.**

Las habilidades sociales son las relacionadas con la componente cooperativa de la competencia y la gestión de los participantes y de uno mismo en relación al grupo. Las habilidades cognitivas son las relacionadas con la componente resolutiva. Tienen un marcado componente intelectual típico de la resolución convencional de problemas.

En la tabla 4.1 se muestra el cuadro de habilidades adoptado por el proyecto ATC21S® y una definición sucinta de su significado en este contexto.

Tabla 4.1 Cuadro de habilidades de la competencia RPC según ATC21S®

<b>Dimensión Social</b>	
Acción	Nivel general de participación individual, sin considerar si la actividad realizada está coordinada con la realizada por los otros miembros del equipo.
Interacción	Comportamiento que demuestra interacción con los compañeros. Responde preguntas, aporta ideas, invita a la participación.
Perseverancia	Voluntad demostrada para resolver el problema y perseverar en el esfuerzo hasta encontrar una solución.
Sensibilidad (Receptividad)	Interés demostrado para las aportaciones de los compañeros y capacidad de integrarlas modificando los planteamientos propios.
Adaptabilidad (Expresividad)	Capacidad de adaptar el lenguaje y el comportamiento según las características de los otros y las circunstancias del momento
Negociación	Gestión positiva de los conflictos propios de la diversidad
Autoevaluación	Conocimiento de uno mismo, de los propios puntos fuertes y débiles.
Evaluación	Reconocimiento de los puntos fuertes, débiles y de la aportación de los compañeros al resultado del trabajo colectivo.
Responsabilidad	Asunción del objetivo y tarea del grupo como algo propio y del compromiso por contribuir de forma eficaz a conseguir la meta.
<b>Dimensión Cognitiva</b>	
Análisis	Interpretación del problema, describirlo con un lenguaje familiar y organizar una secuencia de acciones para su resolución.
Establecer objetivos	Establecimiento de objetivos claros que deben cumplirse en el desarrollo del trabajo.
Gestión de los recursos	Identificación y organización de los recursos materiales y asignación de las personas a la realización de las diferentes tareas
Flexibilidad /Tolerancia a la ambigüedad	Capacidad de afrontar y aceptar situaciones poco definidas o estructuradas, explorando formas para superarlas
Búsqueda de información	Reconocimiento de la información necesaria, de cuándo debe estar disponible y cómo se puede obtener.
Sistematicidad	Capacidad de probar diferentes soluciones posibles de forma metódica y registrar los resultados que se van obteniendo
Síntesis	Identificación de relaciones, conexiones y patrones entre diferentes elementos, informaciones o conceptos.
Relaciones Causa-Efecto	Comprensión de las relaciones de causa-efecto integrándolas en el plan de trabajo. (Esquema “si - entonces”)
Formulación de hipótesis y generalización	Reflexión y adaptación del razonamiento o del curso de la acción en virtud de nuevas informaciones o cambio de circunstancias (“qué pasaría si...”)

Griffin y Care (2014) han desarrollado una serie de problemas que se presentan a los alumnos a través del ordenador y que permiten la evaluación informatizada de las habilidades basada en el análisis de la conversación entre los participantes.

Otro instrumento de evaluación propuesto consiste en una tabla con rúbricas asociadas a comportamientos observables. A través de una descripción de ciertos comportamientos-tipo, un observador entrenado puede valorar el nivel de desempeño mostrado por los alumnos mientras resuelven un problema cooperativamente.

En todos los casos, la evaluación de la competencia RPC debe ser de tipo formativo. Nunca se reducirá a una simple calificación. El objetivo es identificar puntos de mejora que permitan a cada alumno progresar en sus capacidades cooperativas y resolutivas.

En este TFM nos hemos propuesto seleccionar las habilidades de la RPC adecuadas para trabajar con alumnos de 3º de E.S.O. y adaptar el marco de referencia proponiendo unas rúbricas de evaluación que el profesor pueda aplicar en su aula. También se han desarrollado unas rúbricas adaptadas a los propios alumnos para que puedan actuar como observadores. Con esta medida se pretende favorecer el aprendizaje mediante la coevaluación del desempeño de los propios compañeros, que a su vez serán observadores en otras ocasiones.

#### **4.3 Principios básicos del aprendizaje cooperativo (AC)**

El aprendizaje cooperativo consiste en la utilización con fines educativos de grupos reducidos de alumnos de forma que, al trabajar conjuntamente, maximicen su propio aprendizaje y el de sus compañeros (Johnson y Johnson, 2014)

Pujolás y Lago (2011) sostienen que la utilización de estrategias de aprendizaje cooperativo tiene que ser visto como un “*además de*” y no un “*en lugar de*”. No se trata de basar todo el proceso de aprendizaje en una única metodología, en este caso cooperativa. Al contrario, se subraya la necesidad de estar abiertos a aplicar las estrategias que mejor se adapten a los alumnos, a su nivel de desarrollo y a la consecución de los objetivos competenciales establecidos. Al mismo tiempo, cabe reconocer que el aprendizaje cooperativo es a la vez medio y fin. Es un recurso para aprender y una competencia en sí misma. En efecto, como afirman los autores:

*“El aprendizaje cooperativo ofrece grandes ventajas que se han constatado en numerosas investigaciones y que nosotros hemos podido comprobar en*

*múltiples experiencias realizadas en el entorno del proyecto PAC: efectivamente, se ha comprobado que con las actividades organizadas de forma cooperativa se potencia el aprendizaje de todos los contenidos, no sólo de los que se refieren a valores como la solidaridad, la ayuda mutua y el respeto por las diferencias... sino también los contenidos más específicos de cada una de las áreas del currículum.” (p. 10-11)*

De las múltiples aportaciones académicas que propugnan la utilización del aprendizaje cooperativo en las aulas, destacaremos dos argumentos centrales: la especial adecuación de esta estrategia de aprendizaje para afrontar los retos de la sociedad del s. XXI y los requisitos que deben tenerse en cuenta a la hora de planificar la utilización del aprendizaje cooperativo para que resulte una estrategia eficaz.

#### **4.3.1 El aprendizaje cooperativo frente a los retos del s. XXI**

Los hermanos David y Roger Johnson son reconocidas autoridades en el campo del AC y su teoría de la interdependencia positiva investiga el tipo de relaciones sociales que influyen en el aprendizaje entre individuos. Firmes defensores de las ventajas de utilizar el AC en el aula, destacan cuatro retos fundamentales de la sociedad actual donde la cooperación desempeña un papel fundamental (Johnson y Johnson, 2014):

- El rápido aumento de la interdependencia global que provoca una mayor diversidad a nivel local y un aumento de las tensiones sociales por intereses contrapuestos.
- El crecimiento del número de sociedades democráticas en el mundo
- La necesidad de emprendedores creativos
- El aumento de la importancia de las relaciones interpersonales

Cualquiera que sea la modalidad de AC que se decida aplicar: formal, informal, grupos base o grupo de discusión se constatan numerosas evidencias de la estrecha relación que existe entre la interdependencia social y el logro académico. En este contexto, el AC se opone al aprendizaje competitivo que puede llegar a promover situaciones de exclusión o frustración.

En el diagnóstico sobre los retos que afronta nuestra sociedad, los hermanos Johnson coinciden con los promotores del proyecto ATC21S®. Constanan el incremento de la interdependencia tecnológica, económica, ecológica y política de las naciones, pero no sólo de los estados, sino también de las comunidades locales,

las organizaciones y los individuos. La escuela puede ser el primer lugar en que los alumnos tengan ocasión de aprender cómo enfrentarse a ese creciente nivel de complejidad social.

La escuela tiene la responsabilidad de desarrollar la creatividad de sus alumnos y su capacidad de resolver los problemas con nuevos paradigmas y de hacerlo en el contexto social y tecnológico que les ha tocado vivir. Los alumnos deben aprender a aplicar los conocimientos para resolver situaciones desconocidas, complejas y que requieran estrategias de trabajo colaborativas.

#### **4.3.2 Requisitos que deben cumplirse al aplicar el AC**

Es bien conocido que simplemente sentando a los alumnos formando un grupo no se consigue que aprendan juntos de forma cooperativa (Sharan, 2014).

Además del tamaño del grupo, criterios de selección de los alumnos, planteamiento del objetivo común y compartido, etc., existen ciertos principios, ampliamente aceptados, que deben cumplirse cuando se trata de aplicar estrategias de aprendizaje cooperativo entre los que se pueden destacar:

- Interdependencia positiva. El éxito individual depende del éxito del grupo y viceversa.
- Responsabilidad individual. Cada miembro del equipo es evaluado por su desempeño y contribución personal al resultado del equipo
- Uso apropiado de habilidades sociales y estímulo de la participación
- Evaluación del resultado y del proceso de aprendizaje

Para que una clase saque el mayor provecho aplicando estrategias de AC conviene que se hayan superado unas etapas iniciales en las que el grupo habrá tenido ocasión de formar su identidad y alcanzar un grado mínimo de cohesión interna. Se trata de crear un clima propicio a la cooperación que se puede desarrollar como parte del plan de acción tutorial. Si esa fase se ha realizado satisfactoriamente, los alumnos escucharán con atención a sus compañeros, asumirán la responsabilidad del trabajo colectivo y se interpelarán mutuamente para completar la tarea asignada.

Cohen (2006), Pujolàs y Lago (2011) proponen diversas dinámicas para crear las bases necesarias del AC que además de favorecer la interdependencia positiva, ofrecen pautas para trabajar la confianza, la capacidad de liderazgo, mejorar los procesos de decisión, la resolución de conflictos o el liderazgo efectivo. Habilidades

sociales que nuestros alumnos deberán poner en juego al enfrentarse a las actividades dentro y fuera del aula.

Otra condición necesaria para el éxito del AC consiste en asegurar la aportación personal al equipo que cada miembro debe realizar con su trabajo individual. Esto es, completar su parte y ayudar a los compañeros con la suya. Tal aportación debe ser objetivamente evaluada de acuerdo a unas rúbricas claramente establecidas. En el AC no caben actitudes pasivas o estudiantes que evadan su responsabilidad y pretendan superar su evaluación a expensas de sus compañeros.

Con el AC los alumnos deben aprender a pedir y ofrecer ayuda, animarse, apreciar el esfuerzo de los compañeros y estimular su intervención. Las actividades deben alentar este tipo de interacciones, promover la participación de todos y permitir la celebración del trabajo bien hecho.

La celebración del trabajo bien hecho debe acompañarse de una evaluación del trabajo realizado, tanto del resultado académico alcanzado –constatación de que se han asimilado los contenidos y los objetivos docentes planteados- como de la calidad del trabajo grupal desempeñado. A medida que el grupo va madurando, la autoevaluación se enriquece y permite ir ganando cotas de eficacia y satisfacción personal. La aportación del profesor que ha observado el trabajo del equipo es fundamental para ayudar al equipo a identificar qué comportamientos merecen la pena mantener y cuáles son susceptibles de corregirse. Contar con una guía de evaluación de las habilidades facilitará este proceso y ayudará a identificar las áreas en las que cada uno debe poner interés en mejorar.

#### **4.3.3 Fundamentos del proyecto de AC en el centro La Salle Tarragona**

El plan del Colegio La Salle de Tarragona para incorporar el AC como una metodología propia de su Proyecto Educativo es una iniciativa de la Dirección.

El proyecto se ha implantado gradualmente a partir del curso 2012-13 comenzando por Educación Primaria. Se han basado en el trabajo del Dr. Pujolàs y su equipo de la Universitat de Vic, seguidores de Spencer Kagan y su teoría de las estructuras de aprendizaje.

Durante los cursos 2013-14 y 2014-15 se ha completado el programa de formación teórica y práctica de todos los profesores de Secundaria. A medida que aprendían la teoría, han ido introduciendo en sus clases actividades de aprendizaje cooperativo.

Una vez alcanzado el nivel mínimo de preparación se trabajó en la aplicación progresiva de los tres ámbitos de intervención propuestos por Pujolàs y Lago (2011):

- Ámbito de intervención A, con el objetivo de crear el clima propicio al trabajo cooperativo. Todos los tutores han recibido formación específica, teórica y práctica para desarrollar dinámicas y juegos cooperativos favorecedores de la cohesión grupal. Estas actividades se han desarrollado en horas de tutoría y algunas específicamente destinadas al proyecto de AC.
- Ámbito de intervención B “...aborda todas las actuaciones caracterizadas por el uso del trabajo en equipo como recurso para enseñar (...) de forma que los alumnos aprendan mejor los contenidos escolares, ya que se ayudan los unos a los otros” (p. 34). Aquí se incluye el aprendizaje de unas actividades o estructuras cooperativas muy concretas que los profesores pueden utilizar en sus clases habituales y que los alumnos van practicando en diferentes materias.
- Ámbito de intervención C, definido como el estadio en que el trabajo en equipo, además de ser una metodología didáctica, un recurso para aprender, se convierte en una competencia en sí misma. En este ámbito, “trabajar en equipo” se convierte en un contenido a enseñar con el objetivo de que los alumnos tomen plena conciencia del proceso, asuman total responsabilidad, se convierta en una forma de organizar el trabajo habitual en el aula. Éste es el ámbito objetivo a alcanzar en los próximos cursos y en el que concentran sus esfuerzos en la etapa de Secundaria.

## 5 ADAPTACIÓN DEL MARCO DE EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA RPC PROPUESTO POR ATC21S® A 3º DE ESO

El marco base de referencia propuesto por ATC21S® para evaluar la competencia RPC se basa en la lista de las 18 competencias del cuadro 4.1. Para cada competencia cabe establecer unas rúbricas de evaluación asociadas a una escala progresiva que permita asignar un determinado nivel de desempeño. Este nivel de desempeño se evalúa mediante la observación directa de los alumnos mientras están realizando la actividad. Cada nivel de desempeño lleva asociado ciertos comportamientos característicos que permiten objetivar el proceso.

Los niveles de la escala de desempeño de cada habilidad se pueden establecer con cierto grado de discrecionalidad entre 3 y 6 niveles de muy bajo a muy alto.

Desarrollar la capacidad de evaluar objetivamente mientras se registran las evidencias de los comportamientos de un grupo de alumnos trabajando en equipo es una tarea compleja que requiere entrenamiento. Como pretendemos que los alumnos participen en la evaluación del ejercicio, parece oportuno comenzar con un conjunto reducido de habilidades graduadas en una escala manejable.

En este TFM se ha optado por proponer una escala de evaluación sencilla dividida en 3 niveles: bajo, medio y alto. Además, esta escala de tres niveles coincide con la que propone PISA para su programa de evaluación de la RPC del año 2015 (OCDE, 2013). A medida que profesores y alumnos se familiaricen con el uso de la herramienta de evaluación se pueden introducir subdivisiones si con ello se mejora el proceso de adquisición de habilidades.

### **5.1 Proceso de selección de las habilidades a observar y evaluar**

Otro parámetro que se ha considerado necesario adaptar es el número de habilidades a observar. Por un lado, se considera que pretender evaluar las 18 habilidades simultáneamente durante la realización de un ejercicio es demasiado complejo. El propio equipo de ATC21S® propone escalas de progresión simplificadas, atendiendo a un conjunto reducido de habilidades.

Además de un ánimo simplificador para facilitar la aplicación práctica del marco o rúbricas de evaluación, se pretende concentrar la atención en aquellas habilidades más significativas para el nivel que se estudia en este TFM, 3º de ESO.

Para seleccionar las habilidades a observar se ha realizado una encuesta a los profesores del Claustro que imparten sus clases en los grupos de 3º del Colegio La Salle de Tarragona.

Con la encuesta se ha pretendido responder a dos preguntas fundamentales:

- ¿en qué habilidades merece la pena concentrar la atención para mejorar la competencia RPC de los alumnos?
- ¿qué habilidades son las más apropiadas para ser observadas y evaluadas por los propios alumnos?

El cuestionario fue distribuido a 15 profesores que imparten clases en los grupos de 3º de E.S.O. de los que fueron contestados 11. En el punto 14.1 del anexo se amplía la información sobre la encuesta.

En la primera parte de la encuesta se interrogaba sobre qué habilidades se consideran más necesarias desarrollar en los alumnos de 3º, cuáles son las más fáciles de trabajar y cuáles se consideran más fácilmente evaluables por los propios alumnos.

En la figura 5.1 se presentan agregadas las respuestas de los profesores a estas cuestiones.

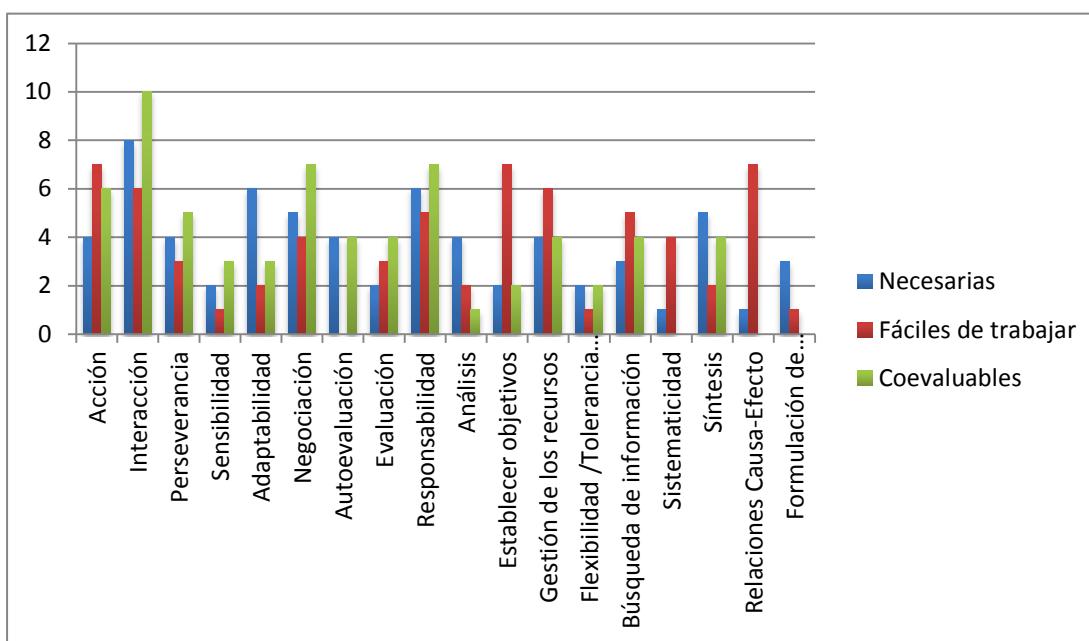


Figura 5.1 Calificación de las diferentes habilidades por los profesores de E.S.O. (elaboración propia)

La segunda parte de la encuesta consistió en clasificar cada habilidad según dos dimensiones: importancia y nivel estimado que cada profesor considera que tienen su alumnos, de acuerdo a las definiciones de cada una de las 18 habilidades. Se debía responder en una escala de 5 niveles de muy bajo a muy alto. A partir de estas variables obtenemos un indicador de relevancia, considerando las más relevantes las que combinan un alto valor de importancia con un bajo valor de desempeño y las menos relevantes las que son consideradas poco importantes y con un nivel alto de desempeño.

La clasificación de las habilidades según el criterio de relevancia tal como se ha definido se presenta en la figura 5.2

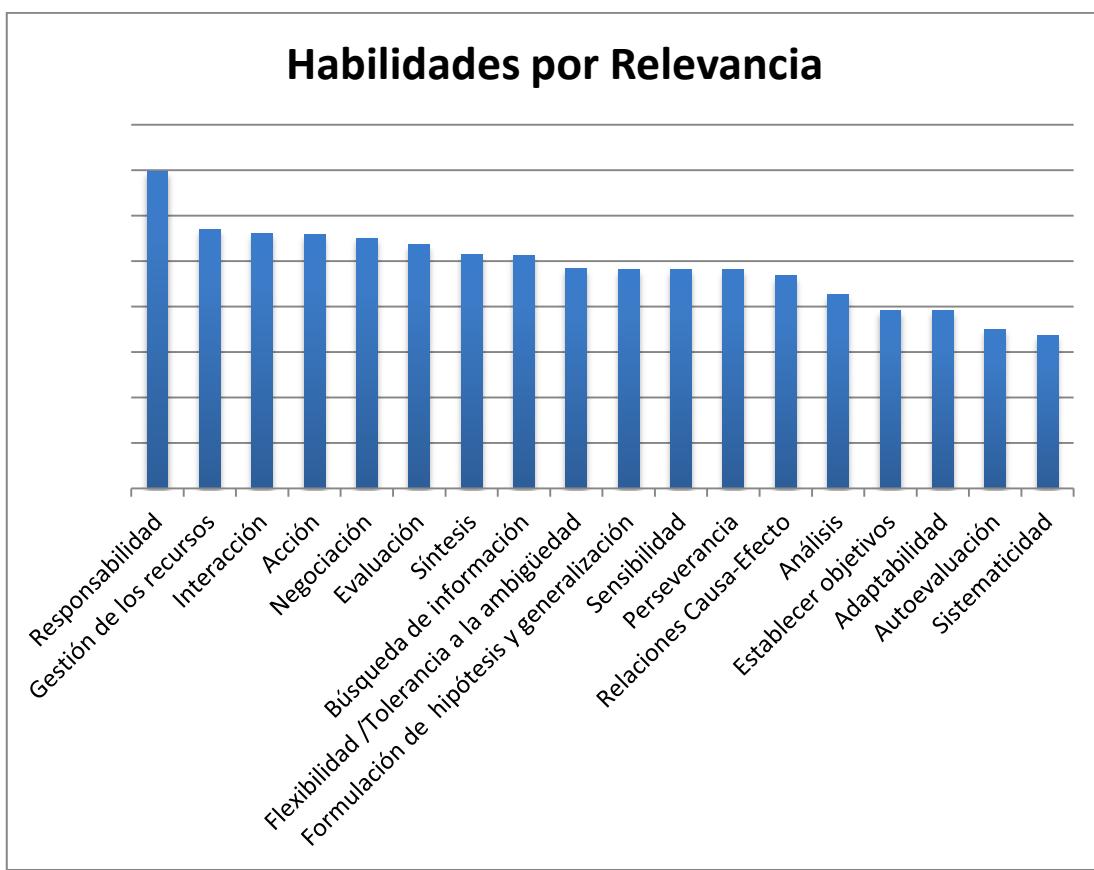


Figura 5.2 Clasificación de habilidades según su relevancia (elaboración propia)

Tomando de cada categoría las cinco más valoradas, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 5.1 Las 5 habilidades mejor valoradas según criterios propuestos

Necesarias	Fáciles de trabajar	Coevaluables	Relevancia
Interacción	Acción	Interacción	Responsabilidad
Adaptabilidad	Establecer objetivos	Responsabilidad	Gestión de los recursos
Responsabilidad	Relaciones Causa-Efecto	Negociación	Interacción
Negociación	Interacción	Acción	Acción
Síntesis	Gestión de los recursos	Perseverancia	Negociación

## **5.2 Habilidades a evaluar.**

Aunque no se trata de un estudio con validez científica, merece la pena realizar algunas consideraciones a las repuestas recibidas y que servirán de base a la propuesta de habilidades seleccionadas.

- La 5 habilidades que son más necesarias desarrollar son de dimensión Social. Las menos necesarias son las cognitivas: establecimiento de objetivos, tolerancia a la ambigüedad, Relación causa-efecto y sistematicidad.
- La habilidad de interacción (capacidad de actuar de forma coordinada) destaca como la más necesaria.
- De las 5 consideradas más fáciles de trabajar, 3 son cognitivas y 2 sociales, obteniendo todas una puntuación muy parecida.
- Todas las habilidades consideradas como más fáciles de ser evaluadas por los propios alumnos son de dimensión social.
- Hay 3 habilidades consideradas a la vez necesarias y evaluables por los propios alumnos: Interacción, responsabilidad y negociación.
- El indicador de relevancia ofrece una clasificación similar y consistente con la obtenida por preguntas directas

A partir de las respuestas obtenidas y los criterios enunciados, se proponen dos listas de habilidades a evaluar, las que observará el profesor y las que observarán los alumnos.

Habilidades que deberán observar y evaluar los alumnos: Acción, Interacción, Negociación y Responsabilidad.

Las habilidades que deberá observar y evaluar el profesor: Acción, Interacción, Negociación, Responsabilidad, Síntesis y Gestión de los recursos.

## **5.3 Establecimiento de las rúbricas de evaluación para cada habilidad seleccionada**

Una vez seleccionadas las habilidades que serán evaluadas en 3 niveles de desempeño, procede concretar las rúbricas de evaluación en detalle. Para ello nos basaremos en las propuestas de Griffin y Care (2014). A partir del establecimiento de estas rúbricas se preparan unas plantillas de observación que utilizarán los alumnos observadores y el profesor durante la realización de la actividad.

Como Anexo en el punto 14.2 se incluye la descripción y las rúbricas de evaluación de las 6 habilidades seleccionadas que serán objeto de evaluación.

## 6 SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS OBJETO DE ESTA PROPUESTA

Tomaremos como punto de partida lo dispuesto por el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya en el Decret 143/2007 DOGC N° 4915 que regula el Currículum de la Educación Secundaria Obligatoria en Cataluña y el RD 1105/2014 de 26 de Diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Para la materia de Física y Química del 3<sup>er</sup> curso de E.S.O. encontramos cinco grandes áreas temáticas o bloques en las que se encuadran las Unidades Didácticas que serán objeto de programación curricular:

- La actividad científica
- La materia y el Universo
- Los cambios y las reacciones químicas
- El movimiento y las fuerzas
- Energía

Para realizar una propuesta compatible con los objetivos y alcance de este TFM analizaremos tres unidades didácticas de la programación de la materia en el centro donde se ha desarrollado el periodo de Prácticum, sobre las que se realiza una propuesta básica de actividad que podrá ser objeto de evaluación.

De acuerdo con el profesor tutor de prácticas y los criterios de relevancia, significación y facilidad de ejecución de las actividades para evaluar la RPC las unidades didácticas seleccionadas, se ha escogido la primera U.D. “La Materia” para desarrollar completamente la actividad que será utilizada como ejercicio de evaluación de la RPC.

Las UU.DD. , el contenido curricular seleccionado, el enunciado de la actividad y el estándar de evaluación correspondiente son los que se resumen en la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Unidades didácticas seleccionadas.

<b>Unidad Didáctica</b>	<b>Contenido curricular</b>	<b>Núcleo central de la actividad y estándar de aprendizaje evaluable</b>
La Materia: cómo se presenta	Propiedades de la materia. Sustancias puras y mezclas	Actividad: Separación de mezclas.  Estándar de evaluación: Diseña métodos de separación de mezclas según las propiedades características de las sustancias que las componen, describiendo el material de laboratorio adecuado.
El movimiento y las fuerzas	Máquinas simples	Actividad: Seleccionar la máquina simple más apropiada para resolver una situación, escoger los materiales y construirla.  Estándar de evaluación: Interpreta el funcionamiento de máquinas mecánicas simples considerando la fuerza y la distancia al eje de giro y realiza cálculos sencillos sobre el efecto multiplicador de la fuerza producido por estas máquinas.
La Electricidad	Naturaleza de la corriente eléctrica y su aplicación en circuitos eléctricos	Actividad: Diseñar y construir un circuito de cc que cumpla unos requisitos determinados.  Estándar de evaluación: Justifica razonadamente situaciones cotidianas en las que se pongan de manifiesto fenómenos relacionados con la electricidad estática.

## 7 CRITERIOS PARA ELABORAR ACTIVIDADES PARA EVALUAR LA RPC

Las actividades de evaluación deben estar orientadas a facilitar la información necesaria para regular el proceso de enseñanza-aprendizaje de profesor y alumnos (Santmartí, 2009). Por tanto han de ser instrumentos que permitan la recogida de

información relevante, su análisis y la extracción de conclusiones para tomar decisiones a aplicar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para evaluar la RPC es preciso plantear situaciones que permitan a los alumnos demostrar sus habilidades sociales y cognitivas. En nuestro caso, los problemas estarán relacionados con los contenidos de Física y Química pero planteados de forma que permitan observar y evaluar las habilidades seleccionadas en el capítulo anterior.

Analizaremos a continuación los criterios que deben cumplir estas actividades. Cómo han de ser los problemas propuestos a los alumnos y cuál es la forma de enunciarlos para que los alumnos los resuelvan de forma cooperativa.

### **7.1 El enunciado de los problemas**

El enunciado del problema es el medio por el que se transmite a los alumnos la situación que deben interpretar y resolver. Debe constituir un desafío estimulante y conducir a los alumnos en la realización de una actividad de la que extraigan un aprendizaje significativo.

Los problemas propuestos deben crear situaciones que permitan a los alumnos poner en juego el mayor número de habilidades sociales y cognitivas propias de la RPC, de acuerdo a los objetivos que se han planteado en este trabajo.

A título de ejemplo, Cohen y Lotan (2009) proponen una serie de características que, a su juicio, deben reunir los problemas diseñados para ser resueltos de forma cooperativa:

- Son de solución abierta, con ciertas dosis de ambigüedad y requieren aplicar métodos de resolución no obvios, procedimientos heurísticos basados en experiencias anteriores y la intuición.
- Proporcionan oportunidades para que los estudiantes utilicen múltiples habilidades intelectuales para completar la tarea y demostrar capacidad de razonar
- Están dirigidos a los contenidos disciplinares fundamentales de la materia
- Requieren interdependencia positiva y responsabilidad individual
- Incluyen un claro criterio de evaluación del resultado obtenido por el grupo y del correspondiente informe individual

Diseñar un buen problema es en sí mismo una actividad creativa que exige un buen esfuerzo al docente que se propone plantear actividades innovadoras en sus sesiones. Torrego y Zariquiey (2011) distinguen dos posibles estrategias. Una consiste en partir de los contenidos de la U.D., de los que habremos desarrollado unos objetivos competenciales y establecido unos criterios de evaluación. A partir de esos contenidos y objetivos establecidos, se trata de diseñar la actividad, la secuencia de tareas a realizar, los materiales necesarios y el método de evaluación que utilizaremos.

Otra camino es el inverso. A partir de una actividad, problema o proyecto que hayamos imaginado en el contexto de una U.D., identificaremos los objetivos y competencias que es necesario aplicar y de ahí los contenidos concretos que los alumnos deberán aprender previamente y los instrumentos de evaluación que serán adecuados para valorar el grado de aprendizaje de los alumnos.

Para diseñar la actividad y convertir la situación imaginada en un enunciado concreto de problema a resolver, se proponen una serie de requisitos que se deben superar para considerar el enunciado idóneo.

- Requisito 1: Relevancia del contenido curricular abordado y del contexto al que hace referencia. El problema se basará en la aplicación de, al menos, un contenido fundamental de la Unidad Didáctica. La resolución del problema exigirá la aplicación de los conceptos, principios o procedimientos propios de Física y Química más relevantes de acuerdo a los objetivos competenciales establecidos.

Además, como sugieren Torrego y Zariquiey (2009) citando las recomendaciones del Consejo de Europa, se procurará que los problemas propuestos se relacionen con el contexto más cercano a los alumnos, que hagan referencia a situaciones reales y conocidas: lugar y tiempo, objetos y acontecimientos del entorno, ámbito económico y social, etc.

- Requisito 2: Complejidad del problema o de su enunciado. Se trata de encontrar el punto de equilibrio que estimule el trabajo creativo de los alumnos para los que el planteamiento suponga un reto intelectual, sin permitir que se pierdan por exceso de ambigüedad. La complejidad se puede regular enunciando el problema de forma que:

- Exista más de una solución correcta que satisfaga el enunciado, aunque sea posible evaluar su calidad en términos de eficiencia<sup>1</sup>.
- Exista una solución única pero varios procedimientos para encontrarla, que también puede evaluarse en términos de eficiencia.
- El enunciado omita cierta información o datos que los alumnos deben detectar y conseguir (Carson, 1993).
- El enunciado aporte un exceso de información o de datos que los alumnos deben detectar y omitir.
- El enunciado emplee palabras y expresiones correctas pero diferentes a las utilizadas normalmente por el profesor en sus clases o a las del libro de texto.
- El enunciado exponga de forma ambigua, las premisas, los datos o el objetivo que se debe alcanzar.
  
- Requisito 3: Toma de decisión. El problema o situación a resolver debe incluir al menos una decisión que debe tomar el equipo de forma consciente y deliberada. Por ejemplo, seleccionar un número limitado de materiales de una lista que se les ofrece para resolver el problema, establecer la secuencia de las tareas a realizar, repartirse los diferentes roles a desempeñar, etc.
  
- Requisito 4: Participación necesaria. Se trata de diseñar la actividad de forma que sea esencial la aportación de cada miembro del equipo. En palabras de Kagan (2009) en actividades de aprendizaje cooperativo la participación no es voluntaria. Todos los miembros del equipo deben contribuir y se deben crear las condiciones para que ocurra. Para ello se pueden utilizar las siguientes técnicas:
  - Distribuir a cada alumno en exclusiva una fracción de la información necesaria para afrontar la tarea con éxito.
  - Introducir tareas que impliquen la participación simultánea de más de un individuo, ya sea por la manipulación física de artefactos, instrumentos de medida, lectura de valores, etc.
  - Dividir el espacio de realización del ejercicio de forma sea condición del problema resolverlo sin que ningún alumno salga de su zona designada, pero

---

<sup>1</sup> La eficiencia como economía en el uso de los recursos empleados en la resolución del problema: materiales, tiempo, energía, etc.

compartiendo la misma aula. Esta técnica permite distribuir los recursos de forma asimétrica obligando a que se tenga que compartir para conseguir el objetivo.

- Limitar el tiempo de realización de la tarea, de forma que necesariamente deba realizarse una división inteligente de las subtareas a completar.
- Distribuir cierta información de forma asíncrona a lo largo de la realización del ejercicio (Griffin, 2014)
- Ubicar a los alumnos en diferentes aulas forzando la comunicación mediante chat u otro medio telemático.

## 7.2 Otros criterios a considerar.

### 7.2.1 Agrupamientos

La mayoría de los autores recomiendan utilizar grupos de 4 alumnos. Si un grupo de 4 es demasiado grande para la naturaleza de la actividad o del instrumental que se va a utilizar, pasaremos a organizar la actividad por parejas. Evitaremos grupos impares para impedir que algún alumno quede aislado de la interacción de sus compañeros. Tener en cuenta el doble rol que pueden representar los alumnos, como miembros del equipo que resuelve el problema o bien observadores-evaluadores del trabajo cooperativo de sus compañeros.

### 7.2.2 Tiempo asignado

Idealmente los problemas deben poderse resolver en el transcurso de una sesión de 50 minutos, al menos en la fase especulativa y manipulativa hasta llegar a un resultado. En una sesión aparte se podrá revisar y analizar conjuntamente el desarrollo de la actividad, compartir experiencias y extraer conclusiones de mejora para todos los participantes.

### 7.2.3 Recursos necesarios y preparación previa

Dado el carácter experimental de nuestra materia, es necesario prever con detalle los recursos materiales necesarios y contar con algún excedente para cubrir imprevistos. Es imprescindible que el profesor realice la actividad al menos una vez para asegurar su factibilidad, estimar los tiempos necesarios para cada fase y anticipar las posibles dificultades teóricas y prácticas de los alumnos. Es muy posible que la actividad se deba realizar en el laboratorio o en un aula diferente a la habitual para permitir que

los alumnos puedan expresarse y moverse con libertad sin molestar a los compañeros de otras clases.

Todos estos requisitos deben estar recogidos en la programación de la actividad y revisarse después de cada realización para incorporar las lecciones aprendidas.

## 8 CONTEXTO DE LA INTERVENCIÓN

Torrego y Zariquey (2009) sugieren que al plantearse el diseño de una actividad de aprendizaje cooperativo debe comenzarse por diagnosticar las características de los alumnos y del profesor. En la misma línea, Pujolàs y Lago (2011) establecen un itinerario que cualquier grupo debe recorrer para que las actividades de aprendizaje cooperativo sean efectivas. En definitiva, se trata de conocer el nivel de cohesión grupal, de cultura de trabajo cooperativo, incluso del grado de aceptación de esta metodología por parte de los alumnos.

Realizar un diagnóstico riguroso del grupo y una evaluación objetiva de la cultura cooperativa y su nivel de aceptación queda fuera del alcance de este TFM. Por otra parte, nos encontramos en un centro donde existe una cierta cultura de trabajo cooperativo y los alumnos de Educación Secundaria están familiarizados con la metodología y las normas que deben aplicar cuando se les propone una actividad de AC.

### 8.1 Características del grupo

El grupo de 3<sup>er</sup> curso de E.S.O. está formado por tres clases. Podemos afirmar que los tres grupos han alcanzado un nivel aceptable de lo que Pujolàs denomina el ámbito de intervención A.

A través de las tutorías realizadas durante el curso anterior y el presente, los alumnos han tenido ocasión de conocerse mejor, establecer un grado de identificación grupal y de conocer las técnicas básicas del trabajo cooperativo.

Sin embargo, hay que constatar que este grupo ha sido el primero con el que se comenzó la introducción del AC en la etapa de Secundaria y adolece de ciertas carencias fruto de la inexperiencia por ser todos pioneros en la materia.

Al punto anterior se puede añadir la resistencia que Pujolàs y Lago (2009) califican de normal, por la tendencia individualista y competitiva de los adolescentes y los años que llevan trabajando de esa forma.

Para superar esta dificultad y en el contexto de este TFM, las actividades se han desarrollado con alumnos voluntarios, por lo que existe una buena predisposición a su realización. Además, se ha dedicado una parte de la sesión a repasar y reforzar los objetivos y técnicas del trabajo cooperativo propuesto y plantear la actividad como una tarea divertida en la que además de aprender se trate de una experiencia gratificante.

## **8.2 Características de los alumnos**

Para la realización de la actividad propuesta el profesor de Ciencias ha nominado al grupo de 6 alumnos y dos alumnas. Se trata de alumnos que ya han trabajado como grupo base en algunas actividades de aprendizaje cooperativo. En general, predisuestos a la experimentación, con expedientes académicos heterogéneos y motivados por la actividades grupales.

En esta ocasión se formarán dos equipos de cuatro. Uno encargado de resolverá el problema y el otro que observará y registrará el comportamiento de sus compañeros.

## **8.3 La Unidad Didáctica y la actividad seleccionada**

La prueba se realiza a principios del mes de mayo coincidiendo con la reciente impartición de la unidad didáctica (U.D.) de “La materia y sus formas de presentación”. En esta unidad didáctica los alumnos han aprendido los conceptos de sustancia pura y mezclas, métodos de separación de mezclas, tanto sólidas como soluciones líquidas.

Desde el punto de vista curricular, la actividad seleccionada permite aplicar los conceptos de mezcla, separación por medios físicos, componente mayoritario e impureza. La resolución de problema exige tomar decisiones sobre los instrumentos necesarios y los métodos de separación más adecuados, competencias estrechamente relacionadas con los estándares de evaluación de la U.D.

Además deben preparar unas cantidades de mezcla con unas proporciones determinadas, a las que sólo se podrá llegar si los alumnos trabajan de forma organizada.

## **9 PROPUESTA DE LA ACTIVIDAD EVALUATIVA**

### **9.1 Actividad evaluativa de la unidad didáctica: La Materia**

De acuerdo con los criterios desarrollados en el capítulo 7 se ha elaborado una actividad titulada “Mezclas nutritivas”. En ella se sitúa a los alumnos como trabajadores de una cooperativa y juntos deben resolver un problema relacionado con mezclas de materias primas y elaboración de productos terminados.

En el enunciado se ha incorporado algún elemento relacionado con valores y actitudes que promueve el Centro. También se ha tenido en cuenta que la industria agroalimentaria es la tercera en importancia en la provincia de Tarragona y se han utilizado nombres que resultarán conocidos a los alumnos.

La distribución forzada del espacio obliga a la necesaria interacción de todos los participantes que tendrán que compartir recursos y manipular diferentes materiales. A lo largo de la resolución deberán tomar diversas decisiones y el enunciado se formula con un lenguaje que no es exactamente el que utilizan habitualmente en la impartición de la asignatura y podrán resolver el problema siguiendo diferentes procedimientos. Todo ello para crear las condiciones necesarias de que el ejercicio plantee el nivel adecuado de dificultad.

El enunciado completo y las instrucciones para su aplicación se encuentran en el capítulo 14.3 del Anexo.

## **10 RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

### **10.1 Desarrollo de la actividad**

La actividad evaluativa se realizó en el laboratorio de Tecnología del centro, lugar idóneo para el trabajo en equipo si molestar al resto de clases. Previamente, se habían preparado las mesas y distribuido los materiales de acuerdo al esquema de la figura 9.1.



Figura 10.1 Alumnos durante el ejercicio de evaluación

Tras una introducción general se explicó con detalle a los observadores cuál era su cometido y cómo debían completar sus hojas de registro. A continuación, el grupo que debía resolver el problema ocupó sus posiciones, recibieron el enunciado del problema. Después de la lectura del enunciado se resolvieron cuestiones relativas a normas de comportamiento, sobre la tarea a realizar y el grupo comenzó a trabajar.

El ejercicio supuso un reto a los participantes que en los primeros minutos se mostraron nerviosos y algo confundidos. Progresivamente fueron interactuando y poniendo en común materiales, interpretando lo que debían hacer y avanzando en la separación de las mezclas.

El grupo de observadores se aplicó a registrar en sus hojas de evidencias los comportamientos de sus compañeros. Esta tarea exige una gran atención para captar y anotar el máximo número de intervenciones por lo que cada uno concentró en una sola habilidad y especialmente en los miembros del equipo. A mitad de ejercicio intercambiaron hojas de registro para pasar a observar otra habilidad.

El tiempo dedicado a la resolución fue de 40 minutos, para tener ocasión de intercambiar las experiencias de los observadores y sus compañeros.

Al concluir el tiempo asignado a la resolución se revisó la actuación del equipo y de los observadores, intercambiando sensaciones y experiencias. Se revisó el punto al que habían llegado y se realizó un ejercicio de autoevaluación.

Aunque el grupo no consiguió resolver completamente el ejercicio, el desarrollo de la actividad permitió cumplir el objetivo evaluar las habilidades seleccionadas de la competencia RPC de los cuatro miembros del equipo.

## **10.2 Resultados obtenidos de la actividad evaluativa**

La realización de la actividad propuesta ha permitido evaluar el desempeño de la RPC del grupo y de sus integrantes. Los resultados permiten orientar la elaboración de actividades de enseñanza-aprendizaje que pueden incorporarse en la programación semanal de la materia. También se han identificado puntos de mejora en el proceso de elaboración y realización de la propia actividad evaluativa que deberían tenerse en cuenta para ejercicios futuros.

En el plano de los contenidos curriculares, también ha sido posible contrastar el grado de asimilación de los objetivos propuestos. En particular, los alumnos en su autoevaluación reconocieron que se sabían los conceptos pero que no supieron aplicarlos cuando les hizo falta y que gracias al ejercicio los habían terminado de asimilar.

### **10.2.1 Resultado de la evaluación de la RPC como equipo**

El grupo comenzó a trabajar sin haber creado previamente una visión compartida del problema ni de las etapas necesarias para llegar a la solución. Actuaron sin generar ningún conflicto aunque el nivel de acción fue heterogéneo. El grado de compromiso para solucionar el problema resultó adecuado, compartieron los recursos desde el principio y realizaron diferentes intentos para alcanzar el objetivo. El principal punto de mejora para este grupo consiste en aprender a generar y compartir la visión del problema para, después, aplicar una estrategia o método g de resolución que les permita organizar su trabajo de forma más efectiva.

En la siguiente tabla se resumen la evaluación de las habilidades observadas.

Tabla 10.1 Resumen de la evaluación general de las habilidades

<b>Habilidad: Interacción</b>		
<i>Observación</i>	<i>Nivel</i>	<i>Propuesta de mejora</i>
Se preguntan y escuchan mientras actúan respetando el turno de palabra	Medio	Introducir puntos de control que obliguen a escuchar a todos los miembros del equipo y apreciar su aportación.
<b>Habilidad: Negociación</b>		
<i>Observación</i>	<i>Nivel</i>	<i>Propuesta de mejora</i>
Tendencia a imponer el punto de vista personal y evitar el conflicto	Bajo	Introducir actividades de debate y argumentación.
<b>Habilidad: Responsabilidad</b>		
<i>Observación</i>	<i>Nivel</i>	<i>Propuesta de mejora</i>
Cumplen con su tarea individual, informan de lo que van haciendo	Medio	Asignar roles que impliquen responsabilizarse del resultado del grupo. Asumir más responsabilidad que la individual.
<b>Habilidad: Síntesis</b>		
<i>Observación</i>	<i>Nivel</i>	<i>Propuesta de mejora</i>
No organizan el trabajo con una estructura de objetivos o etapas intermedias	Bajo	Ofrecer una estructura de organización del trabajo y practicarla.
<b>Habilidad: Gestión de recursos</b>		
<i>Observación</i>	<i>Nivel</i>	<i>Propuesta de mejora</i>
Comparten material sin evaluar utilidad, necesidad o conveniencia.	Bajo	Ofrecer una estructura de organización del trabajo que incluya reconocer los recursos disponibles y cuestionar su utilidad.

### 10.2.2 Resultados de la evaluación a nivel individual

El registro de los comportamientos observados y su comparación con las rúbricas de evaluación propuestas permite evaluar el grado de desempeño individual en las habilidades seleccionadas. Como ya se indicó más arriba, el objetivo de la evaluación es formativo, es decir, se pretende conocer con cierta objetividad el rango de desarrollo próximo que se puede proponer a cada alumno para que mejore sus habilidades.

Con estas premisas, el resultado será una herramienta a disposición del profesor y del alumno para enfocar actividades de enseñanza-aprendizaje que deberían programarse y explicitarse en el desarrollo de las sesiones habituales de la materia.

El hecho de que un grupo de alumnos actúe de observadores facilita la interiorización del significado de las habilidades y el conocimiento del recorrido de mejora que se establece en cada habilidad.

En la siguiente tabla se resume el nivel de competencia observado en las habilidades seleccionadas en los tres niveles establecidos: alto, medio y bajo.

Tabla 10.2 Resultado de la evaluación individual de las habilidades

	<b>Alumno 1</b>	<b>Alumno 2</b>	<b>Alumno 3</b>	<b>Alumno 4</b>
<b>Acción</b>	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
<b>Interacción</b>	Bajo	Medio	Medio	Medio
<b>Responsabilidad</b>	Bajo	Medio	Medio	Alto
<b>Negociación</b>	Bajo	Medio	Medio	Bajo
<b>Gestión de recursos</b>	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
<b>Síntesis</b>	Bajo	Bajo	Medio	Bajo

### 10.2.3 Resultado de la evaluación de los contenidos curriculares

En esta actividad no se ha realizado una evaluación individual de los contenidos sino que se ha observado su aplicación como equipo en la resolución del problema. A pesar de conocer las definiciones teóricas, en un principio los alumnos confundieron materias puras con mezclas. No demostraron tener asimilados los métodos de separación de sólidos, ya que a pesar de tener cedazos disponibles comenzaron voluntariamente a separar las legumbres a mano de una a una. La presencia de las impurezas, en forma de sal y harina mezcladas con las legumbres, no fue objeto de especial atención y fueron tratadas como un componente más de la mezcla.

En cuanto a la capacidad de preparar una mezcla a partir de unas proporciones determinadas si fueron capaces de hacerlo aunque sin prestar atención a que debían preparar la máxima cantidad posible, por lo que no entraron en el punto de plantearse el recurso escaso y el excedente. Globalmente podemos calificar que la demostración práctica de la asimilación de contenidos entre baja y media.

### **10.3 Discusión de los resultados obtenidos y lecciones aprendidas**

La resolución del problema “Mezclas nutritivas” ha permitido evaluar las habilidades de la RPC a los alumnos del grupo seleccionado y su capacidad de aplicar los contenidos de la unidad didáctica en cuestión.

Se constata que a pesar de que el grupo de alumnos ya tiene cierta experiencia en actividades de aprendizaje cooperativo, manifiestan un considerable potencial de mejora cuando se trata de aplicarla a la resolución de problemas.

En efecto, el planteamiento de una actividad grupal no ha supuesto novedad alguna ni a los miembros del equipo, ni a los observadores. Los alumnos se conocen bien entre ellos, se respetan y aplican las normas básicas del trabajo cooperativo: participar, compartir, respetar el turno de palabra, pedir ayuda y ayudar, etc.

Sin embargo, no están habituados a este tipo de actividades evaluativas por lo que, inicialmente, les puede generar un estado de tensión que les merma productividad individual y colectiva. Una vez superada esa etapa de inhibición natural y nervios, asumieron el ejercicio como un reto y terminó convirtiéndose en una actividad divertida y bien recibida por las situaciones que se generan y el entorno en el que se desarrolla, que permite cierto nivel de libertad y espontaneidad.

En la revisión del ejercicio los participantes coincidieron en la evaluación general de sus habilidades y se produjo una discusión muy productiva sobre lo que hubieran cambiado en caso de repetir el ejercicio.

La resolución del problema de la actividad quedó condicionada por la escasa discusión y comprensión compartida previa a la acción. Tal extremo no causó ninguna sorpresa al profesor titular de la asignatura ya que es el comportamiento habitual de los alumnos a título individual que se demuestra en los errores que cometen en los exámenes, por una precipitada y defectuosa lectura de los enunciados.

El resultado a nivel colectivo sugiere la introducción de alguna sesión sobre estrategias de resolución de problemas, practicándola en clase mediante la reelaboración de enunciados con las propias palabras o mediante actividades que tengan como objetivo el generar una comprensión de un enunciado. Kagan (2009) presenta un amplio catálogo de estructuras orientadas precisamente a la construcción de conocimiento y procesamiento de información.

Mejorar en ese aspecto sería un paso que ayudaría a los alumnos a aprender a organizarse como equipo para alcanzar sus objetivos.

Pero la intervención no se proponía solo evaluar a los alumnos, sino la propia actividad como idónea para cumplir con los objetivos establecidos. Por ello, la ejecución práctica de la actividad ha permitido recoger una serie de aspectos a mejorar en el propio planteamiento y organización de la actividad que se deberían tener en cuenta en sucesivas aplicaciones. Entre ellas destacamos:

- La disposición física del espacio condiciona la interacción de los alumnos. En la descripción de la actividad se propone un espacio común compartido equidistante a todos los alumnos. Cuando se realizó el ejercicio no cumplió esa condición quedando los alumnos distribuidos de forma asimétrica y favoreciendo la interacción en un sentido. Debe respetarse la distribución simétrica y equidistante del espacio de trabajo.
- Reducir el enunciado a un único objetivo. En el caso propuesto se piden tres resultados: dos muestras de aditivo y un cálculo de la densidad aparente. Para equipos poco entrenados será suficiente con plantear un único objetivo general y dejar que el equipo se organice y plantee sus metas intermedias.
- Es conveniente incluir al finalizar la ejecución práctica un breve cuestionario de evaluación de los contenidos curriculares para valorar la comprensión de los contenidos en el contexto del problema.
- Preparar cuestionarios de autoevaluación del propio trabajo cooperativo desarrollado para los miembros del equipo.
- Para equipos poco experimentados puede ser de utilidad ofrecerles un guión que les ayude a organizarse mediante unas preguntas clave que deberían reflexionar y responder entre todos los miembros del equipo.
- Es necesario respetar los tiempos de presentación de la actividad, realización y revisión, resaltando la importancia de la revisión para extraer el máximo provecho a la actividad.

## **11 CONCLUSIONES**

Hesse et al. (2014) recuerda a Hutchins (1995) en “Cognition in the Wild” cuando invita a sus lectores a rastrear su entorno inmediato en busca de algún objeto que no sea el producto del esfuerzo colaborativo de varias personas, y añade que el único objeto que cumple esa condición es un diminuto guijarro sobre su escritorio.

Que los seres humanos han colaborado para resolver problemas y superar las adversidades del medio no es ninguna novedad. Pero que los países de la OCDE hayan decidido incorporar esa competencia en su programa de evaluación PISA para impulsar su aprendizaje en las escuelas ha ocurrido en el año 2015.

Al mismo tiempo que se constata el creciente reconocimiento concedido a la competencia “Resolución de problemas de forma cooperativa” (RPC) se ha identificado una carencia de actividades para evaluarla en el contexto de los contenidos curriculares de las materias, en nuestro caso de Física y Química.

De las 18 habilidades sociales y cognitivas que conforman la RPC propuestas por Griffin y Care (2014), los profesores del curso donde se ha realizado la intervención han coincidido en destacar las habilidades sociales como las más necesarias para que sus alumnos mejoren su competencia para resolver problemas en equipo

A partir de la selección de las habilidades más relevantes y de aplicar los principios del Aprendizaje Cooperativo se han propuesto una serie de criterios que ayudarán al profesor a diseñar actividades evaluativas de la RPC a partir de los contenidos curriculares de las UU.DD.

La evaluación de la RPC se plantea como una actividad formativa que permite tomar decisiones sobre la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para que sea efectiva es necesario que se cumplan ciertas condiciones. Los alumnos deben estar familiarizados con la metodología del aprendizaje cooperativo y tienen que haber superado las etapas de consolidación de sus grupos de trabajo.

La actividad evaluativa ha de diseñarse de forma que implique la participación necesaria de todos los miembros del equipo, lo que puede conseguirse regulando la información, el espacio o los recursos que se facilitan a los diferentes miembros del equipo. Además, durante la realización del ejercicio hay que prever algún mecanismo para ayudar a los alumnos por si en algún momento se encuentran muy desorientados.

La aplicación de los criterios propuestos ha sido idónea para la elaboración del problema, “Mezclas nutritivas” como actividad evaluativa de la RPC. Su resolución práctica por un grupo de alumnos de 3º de E.S.O. ha permitido constatar, a pesar de su experiencia en aprendizaje cooperativo, han mostrado dificultades para organizarse como equipo, crear una visión compartida del problema y trazar un plan de las tareas a realizar para su completa resolución. Extremo que puede explicarse porque normalmente realizan más actividades cooperativas orientadas a la asimilación y retención de contenidos que a desarrollar destrezas creativas y reactivas para ponerlos en práctica.

En cuanto a los contenidos curriculares, los alumnos han sido capaces de identificarlos en el problema pero han reconocido dificultades cuando los han tendido que utilizar en la resolución del problema y conseguir su objetivo en un contexto práctico y experimental.

El planteamiento de problemas para ser resueltos en equipo basados en contenidos curriculares puede convertirse en un recurso muy eficaz para desarrollar habilidades sociales y cognitivas para mejorar individual y colectivamente la RPC. La realización de una actividad al trimestre ofrecería una buena oportunidad a profesores y alumnos para evaluar el grado de comprensión global de los contenidos y que los pudieran extrapolar a situaciones menos estructuradas de las que suelen plantearse en los ejercicios de clase.

La selección del número de habilidades (6) y de los niveles de progresión (3) parece adecuado para empezar. No obstante, en base a la experiencia realizada, cuando los observadores son los propios alumnos, es recomendable limitar el registro a una sola habilidad y concentrarse en el comportamiento de un compañero que podrá ir cambiando a lo largo de la actividad. En el caso del profesor, se sugiere ampliar el espectro de habilidades a observar incluyendo algunas cognitivas como la “obtención de información” y el “análisis del problema”. De ese modo, podrá preparar un plan de mejora más completo y ayudar a sus alumnos a progresar en su eficacia resolutiva. En cualquier caso, es necesario entrenarse para ser un buen observador y alcanzar un mínimo nivel de rigor y de objetividad en la evaluación. Una propuesta para el profesor que pretenda ser un buen evaluador consiste en aprovechar los tiempos cuando los alumnos realizan sus tareas cooperativas en clase, para registrar en su propio formato las evidencias relacionadas con los comportamientos-tipo, enriqueciendo al mismo tiempo la descripción de las rúbricas de evaluación.

Las ciencias experimentales como la Física y la Química ofrecen el marco ideal para realizar actividades de aprendizaje cooperativo que impliquen la resolución de problemas en equipo. De cada unidad didáctica se pueden extraer contenidos relevantes y, siguiendo los criterios propuestos más arriba, elaborar enunciados creativos que supongan un reto estimulante para los alumnos. La resolución de un desafío bien planteado deberá ser una actividad divertida y formativa en sí misma; permitirá evaluar la progresión en la aplicación de las habilidades de los alumnos y será un recurso más que el profesor puede utilizar para que sus alumnos consoliden aprendizajes significativos.

## 12 LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

El alcance de este TFM y sus conclusiones han quedado limitados por la propia definición de sus objetivos y su reducido contraste experimental.

La evaluación de la competencia RPC puede considerarse como un diagnóstico de una situación inicial. A partir de ese diagnóstico, el docente debe reprogramar objetivos y actividades para conseguir un progreso en sus alumnos, que será contrastado en sucesivas evaluaciones. Aunque esa fase de la intervención ha quedado excluida de este trabajo, puede considerarse como un primer paso para plantear posibles líneas de investigación-acción.

En el desarrollo de actividades cooperativas orientadas a mejorar las fases reactivas y expresivas de nuestros alumnos, una posible área de trabajo consistiría en completar la programación de la competencia RPC para los cuatro cursos de la ESO, adaptada a las características de los alumnos y los contenidos de cada nivel y considerando qué habilidades son las más adecuadas para trabajarlas en cada curso.

Otra opción consistiría en elaborar las actividades de enseñanza-aprendizaje orientadas a mejorar la propia competencia RPC al tiempo que se asimilan los contenidos curriculares. Ambas líneas de investigación permitirían ampliar el bagaje de recursos didácticos para trabajar las fases reactiva y expresiva del aprendizaje y hacerlo con las ventajas que aporta el aprendizaje cooperativo.

En cuanto a la elaboración concreta de las actividades y problemas, se podría seguir el modelo de Griffin y Care (2014) consistente en convertirlos en actividades virtuales a realizar con la ayuda del ordenador. El problema propuesto en este TFM, “Mezclas nutritivas”, puede programarse como actividad virtual, dando la posibilidad al profesor de parametrizar ciertas variables y conseguir una infinidad de posibles

variaciones. Su realización en el ordenador privaría a los alumnos de la componente experimental y manipulativa de la separación y preparación de muestras, pero reduciría el coste y el tiempo de preparación de cada repetición. Además, resolver el problema mediante el ordenador permitiría separar físicamente a los alumnos creando un entorno de comunicación virtual que serviría para desarrollar otro tipo de habilidades que también son muy valoradas por los autores del ATC21S®. En este sentido, un equilibrio entre actividades experimentales y ejercicios basados en el uso del ordenador puede ofrecer la combinación ideal para conseguir los objetivos docentes y optimizar los recursos disponibles.

## 13 BIBLIOGRAFIA

- Adeyemy, B. (2008). Efectos del aprendizaje cooperativo y las estrategias de resolución de problemas en el rendimiento del primer ciclo de secundaria en ciencias sociales. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa, N° 16, 6* (3) 691-708
- Aguilar, M., Inciarte, A., Parra, Y. (2011). Aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica integrada para la enseñanza de la química. *Revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social, 6* (11), 199-219
- Andrade, F., Sarco, D. (2009). El aprendizaje cooperativo desde el fundamento de la teoría Vygotskyana. *Educare, 1* (13), 194-214
- Cohen, E. y Lotan, R. (2014) (3<sup>a</sup> ed.). *Designing groupwork. Strategies for the heterogeneous classroom*. Nueva York: Teachers college press
- Coll, C., Mauri, T., Onrubia, J. (2006). Análisis y resolución de casos-problemas mediante el aprendizaje colaborativo. *Revista de la Universidad y Sociedad del Conocimiento, 3* (2), 29-41
- Cooper, J. L., & Robinson, P. (2014). Using classroom assessment and cognitive scaffolding to enhance the power of small-group learning. *Journal on Excellence in College Teaching, 25* (3&4), p. 149-161.
- Fragueiro, S., Muñoz, M., Soto, J. (2012). “1-2-4” Una técnica de aprendizaje cooperativo sencilla aplicada al área de conocimiento del medio natural, social y cultural. *Innovación educativa, (22)*, 87-96
- García, A., Marín, M. (2012). Competencias comunicativas eficaces mediante estrategias de aprendizaje cooperativo. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 6* (1), 106-120
- Gillies, R. (2014). Developments in cooperative learning: review of research. *Anales de Psicología, 30* (3), 792-801
- Griffin, P. y Care, E. (Eds.) (2014). *Assesment and Teaching of 21st Century Skills. Methods and Approach*. Dorderecht: Springer Science+Business Media

Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K. y Griffin, P. (2014). Chapter 2: A framework for teachable collaborative problem solving skills. En Griffin, P. y Care, E. (Eds.) (2014). *Assesment and Teaching of 21st Century Skills. Methods and Approach*. Dorderecht: Springer Science+Business Media

Johnson, D., Johnson R. Cooperative Learning in 21st Century. *Anales de Psicología*, 30 (3), p. 841-851

Kagan, S. y Kagan, M. (2009). *Kagan cooperative learning*. San Clemente (California): Kagan Publishing

Laboratorio de innovación educativa (2009). *Aprendizaje cooperativo. Propuesta para la implantación de una estructura de cooperación en el aula*. Recuperado de [http://crei.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/LAB\\_\\_DOCUMENTACION\\_APREN\\_DIZAJE\\_COOPERATIVO.pdf](http://crei.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/LAB__DOCUMENTACION_APREN_DIZAJE_COOPERATIVO.pdf)

Lara, S., Repáraz, C. ( sf ). Eficacia de la WebQuest para el aprendizaje cooperativo. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, N° 13, 5 (3) 731-756

Llorent, V., Varo, J. (2013). Innovaciones didácticas para fomentar el aprendizaje y la cohesión social en el aula. La técnica puzzle con equipo de sabios. *Innovación educativa*, (23), 179-196

Michaelsen, L. K., Davidson, N., Major, C. H. (2014). Team-based learning practices and principles in comparison with cooperative learning and problem-based learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25 (3 y 4), p. 57-84.

Millis, B. J. (2014). Using cooperative structures to promote deep learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25 (3&4), p. 139-148.

Monereo, C. (Coord) (2009). *Pisa como excusa Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona: Grao

OCDE, 1999. Measuring students knowledge and skills. A new framework for assesment. Recuperado el 27/2/2015 de:

<http://www.oecd.org/edu/school/programmeinternationalstudentassessmentpisa/33693997.pdf>

OECD ,2013. *PISA 2015 Collaborative problem solving framework*. Recuperado el 20/4/2015 de:

<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>

OCDE, 2014. *Pisa in Focus*, (38), p. 2. Recuperado el 13/4/2015 de: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-v.htm>

Pujolàs, P. y Lago, J.R. (coords.) (2011). *Programa AC/CA per ensenyar a aprendre en equip*. Universitat de Vic.

Santmartí, N. (2009). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Serrano, J., Pons, R. (2014). Introduction: cooperative learning. *Anales de Psicología*, 30 (3), 801-804

Slavin, R. (2014). Cooperative learning and academic achievement: why does groupwork work?. *Anales de Psicología*, 30 (3), 785-791

Suárez, Z. (2013). El aprendizaje cooperativo. Una metodología para el mejoramiento del aprendizaje en el aula. *Revista Calidad en la Educación Superior*, 4 (1), 26-46

Surian, A., Damini, M. (2014). “Becoming” a cooperative learner-teacher. *Anales de Psicología*, 30 (3), 808-817

Torrego, J.C. y Zariquiey, F. (2011). Unidades didácticas de aprendizaje cooperativo para alumnos con altas capacidades. En Torrego J.C. (coord.), *Alumnos con altas capacidades y aprendizaje cooperativo. Un modelo de respuesta educativa* (pp.291-360). Madrid: Fundación SM

## **14 ANEXOS**

### **14.1 Encuesta realizada a los profesores de 3º de E.S.O. para seleccionar las habilidades más idóneas para evaluar a sus alumnos.**

#### **14.1.1 Carta de presentación y cuestionario**

**Encuesta sobre habilidades para “*Resolver Problemas de forma Cooperativa*” con alumnos de E.S.O.**

##### **Introducción**

La *Resolución de Problemas de forma Cooperativa* está reconocida como una competencia clave en la Sociedad del Conocimiento y que se puede enseñar, aprender y evaluar.

Por “problema” entenderemos una situación relativamente ambigua o compleja, donde haga falta aplicar una estrategia de trabajo. En este contexto, un problema no es un ejercicio de solución obvia o de aplicación inmediata de los contenidos trabajados en clase. Además, hacerlo de forma cooperativa, implica razonar, planificar y ejecutar un proceso donde necesariamente cada miembro del grupo ha de aportar su contribución, sin la que no se podrá llegar a ninguna solución.

Un grupo de expertos vinculados a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha propuesto un subconjunto de 18 habilidades que configuran esta competencia, divididas en dos dimensiones: Social y Cognitiva.

Cada habilidad está relacionada con unos comportamientos observables que permiten establecer una escala para medir el nivel de desarrollo y, en consecuencia, unos objetivos de aprendizaje.

El nombre y la descripción de las habilidades seleccionadas se muestran en la tabla de la página siguiente.

Con el objetivo de diseñar una propuesta de intervención para trabajar y mejorar la competencia *Resolución de problemas de forma cooperativa* con alumnos de 3er. curso de E.S.O. le planteo unas preguntas que podrá contestar en el enlace de google que recibirá por e.mail.

*MUCHAS GRACIAS!!! Javier Rodríguez*

*Abril 2015*

Tabla 14.1 Descripción de habilidades de la RPC

<b>Dimensión Social</b>		
1.1	Acción	Nivel general de participación individual, sin considerar si la acción está coordinada con los otros miembros del grupo. De pasivo a muy activo.
1.2	Interacción	Comportamiento que demuestra interacción con los compañeros. Desde responder las preguntas de los otros hasta propiciar la participación activa y coordinada de los compañeros
1.3	Perseverancia	Voluntad demostrada para resolver el problema y de perseverar en el esfuerzo hasta encontrar una solución.
1.4	Sensibilidad	Interés demostrado a las contribuciones de los compañeros y capacidad de integrarlas en el propio razonamiento. Perspicacia y sutileza en el trato con los otros (receptividad).
1.5	Adaptabilidad	Capacidad de adaptar el lenguaje y el comportamiento a las características de los compañeros y las circunstancias de cada momento (expresividad)
1.6	Negociación	Gestión positiva de los conflictos propios de la diversidad. Desde su rechazo hasta la superación pactada de las diferencias.
1.7	Autoevaluación	Conocimiento de uno mismo, de los propios puntos fuertes y débiles
1.8	Evaluación	Reconocimiento de los puntos fuertes, débiles y de la aportación de los compañeros al resultado del equipo.
1.9	Responsabilidad	Asumir la tarea del grupo como propia y contribuir de forma eficaz al resultado común del equipo. Saberse colaborador necesario para alcanzar el objetivo del grupo
<b>Dimensión Cognitiva</b>		
2.1	Análisis	Interpreta el problema, lo describe con su propio lenguaje y organiza una secuencia de acciones para resolverlo.
2.2	Establecimiento de objetivos	Fija unos objetivos claros a cumplir. Desde los generales a los específicos.
2.3	Gestión de recursos	Identificar y organizar los recursos materiales y las personas en diferentes tareas.
2.4	Flexibilidad / Tolerancia a la ambigüedad	Afronta y acepta situaciones poco definidas, explorando formas de superarlas. Desde la parálisis hasta la superación provechosa
2.5	Búsqueda de información	Reconocimiento de la información necesaria y de cómo, cuándo y dónde se puede encontrar. Desde la inmediata hasta anticipar la que hará falta en el futuro.
2.6	Sistematicidad	Capacidad para implementar diferentes posibles soluciones de forma metódica y registrar los resultados. Desde pruebas aleatorias, método de prueba y error, hasta la exploración y registro sistemático de todas las opciones.
2.7	Síntesis	Identificar relaciones, conexiones y patrones entre diferentes elementos, informaciones o conceptos.
2.8	Relaciones Causa-Efecto	Comprensión de relaciones de causa-efecto para desarrollar un plan de acción. (Razonamiento “si-entonces”)
2.9	Planteamiento de hipótesis y extrapolación	Reflexiona y adapta el razonamiento o el curso de la acción en virtud de nuevas informaciones cambio de circunstancias ( razonamiento “qué pasaría si...”)

### **14.1.2 Preguntas formuladas a los profesores de 3º de ESO**

Para circular el cuestionario se ha utilizado la herramienta que incorpora el programa Google drive. Se utilizó la opción de “checkboxes” en las que el encuestado debe marcar su selección con una cruz, haciendo obligatorio responder a todas las preguntas, forzando el número exacto de respuestas a contestar y presentando en cada cuestionario las opciones ordenadas de forma aleatoria.

El cuestionario formula las siguientes preguntas:

*De la tabla de las 18 habilidades,*

- Seleccione las 6 habilidades que considere más necesarias para el desarrollo de los alumnos de ESO
- Seleccione las 6 habilidades que considere más fáciles de trabajar con sus alumnos de ESO
- Seleccione las 6 habilidades que considere más fáciles que un alumno actuando de observador evalúe sobre el trabajo de sus compañeros

A continuación se presenta una matriz tipo “grid” donde la filas son las 18 habilidades y las columnas son 5 valores de evaluación (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto). Los profesores respondían de este modo a dos preguntas:

- Mi opinión sobre la importancia de cada habilidad para el desarrollo de mis alumnos
- Mi opinión sobre el nivel medio que encontraría en mis alumnos es:

### **14.1.3 Respuestas recibidas**

En la siguiente tabla se presentan los resultados agregados de las respuestas recibidas. Para valorar la relevancia se ha asignado un valor numérico a los 5 niveles cualitativos a las respuestas sobre “importancia” y “nivel medio” de forma que destacaran como más relevantes aquellas dónde es más necesaria la intervención, las más importantes y las menos desarrolladas. Para cada habilidad se ha sumado la valoración de cada habilidad por importancia y nivel y se ha tabulado el producto de ambas puntuaciones.

El valor numérico se asignado de la siguiente forma:

Importancia: muy alta (10); alta (7), media (5), baja (3) muy baja (1)

Nivel medio: muy alto (1), alto (3), medio (5), bajo (7), muy bajo (10)

Tabla 14.2 Respuestas de los profesores a la encuesta

<b>Dimensión</b>	<b>Habilidad</b>	<b>Necesarias</b>	<b>Fáciles de trabajar</b>	<b>Coevaluables</b>	<b>Relevancia</b>
Social	Acción	4	7	6	2790
Social	Interacción	8	6	10	2808
Social	Perseverancia	4	3	5	2405
Social	Sensibilidad	2	1	3	2405
Social	Adaptabilidad	6	2	3	1952
Social	Negociación	5	4	7	2754
Social	Autoevaluación	4	0	4	1752
Social	Evaluación	2	3	4	2680
Social	Responsabilidad	6	5	7	3486
Cognitiva	Análisis	4	2	1	2135
Cognitiva	Establecer objetivos	2	7	2	1952
Cognitiva	Gestión de los recursos	4	6	4	2844
Cognitiva	Flexibilidad /Tolerancia a la ambigüedad	2	1	2	2414
Cognitiva	Búsqueda de información	3	5	4	2562
Cognitiva	Sistematicidad	1	4	0	1680
Cognitiva	Síntesis	5	2	4	2574
Cognitiva	Relaciones Causa-Efecto	1	7	0	2337
Cognitiva	Formulación de hipótesis y generalización	3	1	0	2405

## 14.2 habilidades evaluadas

### 14.2.1 Acción

Definición: Realiza actividad, toma iniciativa, manipula, lee, toca, pero de forma individual, sin tener en cuenta lo que hacen los demás.

Tabla 14.3 Bases para la evaluación de la habilidad: Acción

Nivel	Descripción	Comportamiento observables
<b>Bajo</b>	Desarrolla nula o muy poca actividad	Espera instrucciones. Observa pasivo a los demás. No actúa después de leer el enunciado o empieza a trabajar de forma aislada.
<b>Medio</b>	Se muestra activo en entornos estructurados	Sigue las instrucciones cuando están claras en el enunciado. Se mueve en busca de información. Toca, manipula, prueba, algún objeto o material de la prueba
<b>Alto</b>	Se muestra activo en entornos no estructurados	Toma la iniciativa sin indicaciones previas.. Toca, manipula, explora todo el material disponible para el ejercicio. Reordena el material, abre cajas, prueba los equipos, reordena el espacio de trabajo. Empieza a trabajar para resolver el problema

### 14.2.2 Interacción

Definición: Interactúa con los compañeros, actúa coordinadamente teniendo en cuenta lo que dicen y hacen sus compañeros de equipo.

Tabla 14.4 Bases para la evaluación de la habilidad: Interacción

Nivel	Descripción	Comportamiento observables
<b>Bajo</b>	Reconoce la comunicación	Escucha a sus compañeros pero no responde ni facilita recursos. Empieza a actuar sin contar con los compañeros.
<b>Medio</b>	Responde a las sugerencias de los compañeros	Antes de actuar habla con sus compañeros. Escucha atentamente mirando al que habla. Contesta preguntas Facilita información o recursos a sus compañeros Respeta turno de palabra
<b>Alto</b>	Fomenta la interacción y la cooperación	Promueve la comunicación. Pide y da opinión Agradece y refuerza las aportaciones de sus compañeros. Anima y refuerza las ideas de los demás y las toma en cuenta para su propia actuación.

### 14.2.3 Negociación

Definición: Dialoga con el fin de alcanzar un acuerdo o entendimiento.

Tabla 14.5 Bases para la evaluación de la habilidad: Negociación

Nivel	Descripción	Comportamiento observables
<b>Bajo</b>	Encuentra puntos en común	Acuerdo en los puntos en común Evita entrar en conflicto. No entra en discusión si le llevan la contraria
<b>Medio</b>	Identifica diferencias pero no las resuelve	Reconoce las diferencias en los demás y sus puntos de vista. Constata situaciones de conflicto o diferencia pero espera a que otros cambien
<b>Alto</b>	Encuentra la forma de resolver las diferencias	Reconoce las diferencias y las resuelve de forma constructiva Procura sacar ventaja de los puntos de vista diferentes a los propios

### 14.2.4 Responsabilidad

Definición: Asume la responsabilidad del progreso de las tareas del equipo y toma como propio el objetivo del grupo.

Tabla 14.6 Bases para la evaluación de la habilidad: Responsabilidad

Nivel	Descripción	Comportamiento observables
<b>Bajo</b>	Realiza sus tareas de forma independiente al grupo	Cumple con su parte sin preocuparse de la marcha del trabajo del equipo
<b>Medio</b>	Informa al resto del equipo sobre el progreso de su actividad	Informa a los demás sobre el avance de su parte de la tarea Explica lo que está haciendo. Comparte dificultades o facilidades encontradas en su tarea
<b>Alto</b>	Asume la responsabilidad del grupo	Asume la responsabilidad del grupo, lidera las acciones coordinando y organizando las tareas de los demás miembros del equipo.. Se interesa por el progreso de la actividad de los demás.. Gran implicación personal para alcanzar el objetivo compartido.

#### 14.2.5 Síntesis

Definición: Identifica relaciones entre conceptos y pautas de comportamiento. Conecta diferentes fragmentos de información y conocimiento.

Tabla 14.7 Bases para la evaluación de la habilidad: Síntesis.

Nivel	Descripción	Comportamiento observables
<b>Bajo</b>	Se concentra en elementos aislados de información	Atiende fragmentos aislados del enunciado. No relaciona las diferentes partes del enunciado, ni los datos con las preguntas planteadas. Muestra dificultades para relacionar el problema con conceptos tratados en clase
<b>Medio</b>	Conecta diferentes elementos de información	Relaciona los diferentes elementos del enunciado para trazar un plan. Relaciona el enunciado con los contenidos curriculares
<b>Alto</b>	Identifica patrones entre múltiples elementos de información	Reúne la información captada de varias fuentes y las relaciona de forma productiva. Relaciona las informaciones encontrando pautas o patrones compartidos. Asocia y aprovecha elementos que surgen en diferentes momentos cronológicos

#### 14.2.6 Gestión de recursos

Descripción: Administra los recursos disponibles, utiliza cada material para el fin que le corresponde.

Tabla 14.8 Bases para la evaluación de la habilidad: Gestión de los recursos

Nivel	Descripción	Comportamiento observables
<b>Bajo</b>	Usa sus propios recursos	Es consciente del material asignado. Utiliza sólo el material que tiene asignado
<b>Medio</b>	Comparte recursos propios con los compañeros	Se interesa por los recursos que tienen los compañeros. Reconoce que debe compartir los recursos asignados. Entrega recursos a otros compañeros. No desperdicia su material y lo recoge si se derrama.
<b>Alto</b>	Decide sobre los recursos compartidos para la resolución de la tarea	Tiene la visión global del material disponible y necesario. Está pendiente de que los compañeros no malgasten material. Propone el reparto del material asignado entre los miembros del equipo. Tiene conciencia del tiempo como recurso

## **14.3 Descripción de la Actividad “Mezclas nutritivas”, desarrollada para evaluar la RPC en la U.D. La materia**

### **14.3.1 Enunciado del problema “Mezclas nutritivas”**

“Sois los responsables de una cooperativa dedicada a la elaboración de aditivos naturales para la industria alimenticia.

Vuestra cooperativa se dedica a comprar materias primas, tratarlas y convertirlas en productos valiosos para otras empresas que los utilizan en la fabricación de conservas y alimentos preparados para países en vías de desarrollo.

En vuestro proceso se necesitáis 3 materias primas en estado puro. Las llamaremos:

- MPP1 (materia prima uno)
- MPP2 (materia prima dos)
- MPP3 (materia prima tres)

Estas materias primas llegan a vuestro almacén tal como se encuentran en la naturaleza, es decir, mezcladas en diferentes proporciones y también con impurezas que no son aprovechables.

En este ejercicio, simularemos las materias primas en estado puro con diferentes legumbres que os suministran mezcladas en diferentes proporciones. Recibís las mezclas originales de tres procedencias diferentes:

- Ecològics del Montsià
- Fruits del Tarragonés
- Productes del Penedés

Afortunadamente, cada procedencia es rica en una de las 3 materias primas puras que necesitáis, pero al venir mezcladas con otras, no son directamente aprovechables.

Estáis muy contentos porque una buena empresa internacional (Tasty Foods, Inc.) se ha interesado por vuestros productos y quiere recibir unas muestras para probarlas, y si dan resultado contar con vosotros como suministradores principales.

Concretamente, os han solicitado que les enviéis **la máxima cantidad posible** que podáis preparar de aditivos que quieren probar. Los aditivos de Tasty Food se fabrican a partir de unas proporciones determinadas de vuestras materias primas puras. Gracias a sus excelentes propiedades creen que serán capaces de mejorar extraordinariamente las propiedades nutritivas de muchos alimentos preelaborados.

En este momento quieren que preparéis dos aditivos diferentes que tiene las siguientes composiciones en masa (gr):

Aditivo 1 que llamaremos  $TF_1 = 5 \times [MPP_1] + 3 \times [MPP_2] + 2 \times [MPP_3]$

Aditivo 2 que llamaremos  $TF_2 = [MPP_1] + 4 \times [MPP_2] + 5 \times [MPP_3]$

Antes de recibir las muestras, el departamento de calidad de Tasty Foods, Inc necesita saber la densidad aparente de cada uno de los dos aditivos.”

#### **Tareas a realizar:**

A partir de los lotes recibidos de Montsiá, Tarragonés y Penedés y la composición de las dos muestras de aditivos que han pedido desde Tasty Foods, Inc:

Tenéis que preparar la mayor cantidad de muestra posible de cada uno de los aditivos  $TF_1$  y  $TF_2$

Para responder a la petición del departamento de calidad, tenéis que tomar los datos necesarios para calcular y comunicar la densidad aparente de los aditivos  $TF_1$  y  $TF_2$

#### **Observaciones:**

Trabajáis en la industria de la alimentación, debéis extremar las precauciones higiénicas. Sed limpios y manipulad las materias con pulcritud.

Las materias con las que elaboráis vuestros aditivos son muy valiosas, no las podéis desaprovechar. Manejad una precisión mínima de 5 gr en vuestras formulaciones.

#### **14.3.2 Preparación del ejercicio.**

Se presentarán a los alumnos unas mezclas de legumbres con impurezas correspondientes a las tres procedencias del enunciado. En esta ocasión tomaremos:

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• MP1= Arroz</li><li>• MP3= Judía</li><li>• Impureza2=Sal común</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• MP2=Garbanzo</li><li>• Impureza1= Harina</li></ul> |
|---|--|

Mezclas de origen:

- Ecològics del Montsià:
- 100 gr de garbanzos
- 75 gr de arroz
- 50 gr de harina
- 110 gr de garbanzos
- 25 gr de sal comú
- 200 gr de arroz
- Fruits del Tarragonés
- 200 gr de judías
- Productes del Penedés
- 25 gr de judías

#### **14.3.3 Recursos necesarios:**

Material:

- Legumbres, harina y sal en cantidad suficiente para realizar las mezclas
- 2 Cedazos para separar las legumbres.
- 1 colador para separar la harina
- 9 recipientes de volumen aproximado 1 l.
- Balanza de precisión
- Vaso de precipitados para estimar volumen aparente
- Agua y ventilador para permitir otros procesos de separación
- Papel, bolígrafo, calculadora

Ayudas: Información que se puede facilitar a los alumnos si la piden expresamente:

*Interpretación de las fórmulas de composición de los aditivos.* El enunciado expresa que es una fórmula de composición en masa, es decir:

- $TF_1 = 5 \times [MPP_1] + 3 \times [MPP_2] + 2 \times [MPP_3]$  significa una mezcla de 5 partes de MPP1 con 3 partes de MPP2 con dos partes de MPP3, siendo cada parte del mismo peso en gramos.

Por ejemplo, si se toma como valor de una parte 10 gr, la mezcla estaría formada por 50 gr de MPP1 con 30 gr de MPP2 con 20 gr de MPP3 para dar 100 gramos de mezcla TF1.

*Definición de densidad aparente.* La densidad aparente es una magnitud aplicada en materiales de constitución heterogénea, y entre ellos, los porosos como el suelo, los cuales forman cuerpos heterogéneos con intersticios de aire u otra sustancia, de forma que la densidad total de un volumen del material es menor que la densidad

del material poroso si se compactase. En el caso de un material mezclado con aire se tiene:

$$\rho_{ap} = \frac{m_{ap}}{V_{ap}} = \frac{m_r + m_{aire}}{V_r + V_{aire}}$$

#### 14.3.4 Agrupamiento y disposición del material

Este ejercicio debe ser resuelto por un grupo de 4 alumnos y 3 observadores. Se dispondrán las mesas y sillas de trabajo de forma que cada alumno tenga su propio espacio de trabajo más un área compartida con el resto. No se permitirá que los alumnos salgan de su área de trabajo.

Los materiales y los alumnos se distribuirán según el siguiente esquema:

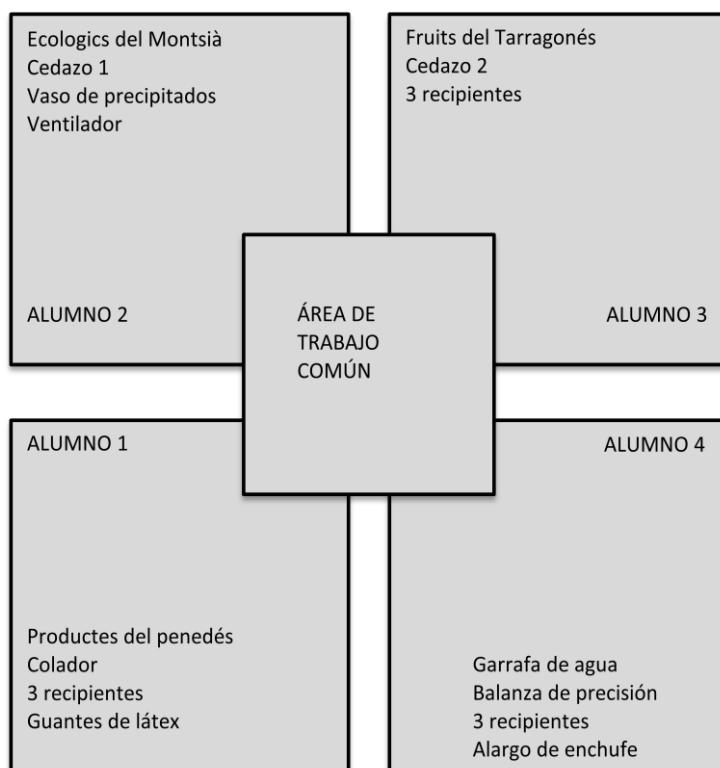


Figura 14.1 Esquema de distribución de alumnos y materiales (elaboración propia)

#### 14.3.5 Posible estrategia de resolución:

Identificar la materia prima mayoritaria de cada procedencia. En un primer nivel, la identificación se podrá realizar de forma inmediata, porque en las tres mezclas de cada procedencia se ha dosificado un componente en una proporción visiblemente mayor que el resto (4:1)

Respuesta:

- MP1= Arroz
- MP3= Judía
- Impureza2=Sal común
- MP2=Garbanzo
- Impureza1= Harina

Separar las materias primas de cada procedencia eliminando las impurezas para obtener:

$$MP1 \text{ (arroz)} = 275 \text{ gr}$$

$$MP2 \text{ (garbanzos)} = 210 \text{ gr}$$

$$MP3 \text{ (judías)} = 225 \text{ gr}$$

Preparar las muestras de TF1 y TF2. Para cumplir la condición del enunciado de que se suministre la máxima cantidad, es necesario identificar el componente limitante, que en este caso es el garbanzo.

Con los datos propuestos en este enunciado, se podrán preparar 300 gr de TF1, 300 gr de TF2 y sobrarán 95 gr de arroz y 15 gr de judías

Calcular la densidad aparente, a partir de la masa y el volumen de cada una de las muestras obtenidas y registrar el resultado en un documento dirigido a Tasty Food Inc.

#### **14.3.6 Criterios de evaluación del contenido curricular del problema**

Para evaluar la asimilación de los contenidos curriculares atenderemos a las siguientes rúbricas:

Tabla 14.9 Rúbricas para evaluar los contenidos curriculares

<b>Contenido o estándar de evaluación</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Distingue entre mezcla y sustancia pura	Confunde las materias primas puras con las mezclas recibidas de los proveedores	Reconoce las mezclas pero no identifica las sustancias puras que la componen	Distingue la mezcla, las sustancias puras y las impurezas presentes
Diseña y utiliza métodos de separación adecuados	No aplica ningún método de separación	Utiliza un único método de separación	Utiliza varios métodos de separación en función de las sustancias a separar
Prepara una mezcla de proporciones determinadas	No prepara la mezcla o la prepara en proporción diferente	Prepara una mezcla respetando las proporciones pero no cantidades	Calcula el componente limitante y maximiza la mezcla respetando las proporciones

#### **14.3.7 Variaciones al problema y otras consideraciones**

En función del nivel conocido de los alumnos se pueden plantear algunas variantes al problema, por ejemplo:

- No hacer evidente el componente mayoritario de cada procedencia, forzando a razonar o medir la concentración de partida.
- Evaluar el grado de “pureza” de las mezclas obtenidas, es decir, hasta qué punto se han tenido en cuenta las trazas de harina y sal en su resolución.
- Limitar el tiempo forzando el trazado de una buena estrategia antes de empezar a actuar
- Valorar el grado de limpieza de la sala al finalizar la actividad.

**14.3.8 Ejemplo de hoja de registro utilizada por los alumnos observadores durante el ejercicio**

Actividad "Mezclas nutritivas" OBSERVADOR: Nicola Fecha: 28/5/15

	No reconoce que las diferentes opiniones entra en debate	Reconoce diferentes opiniones pero no entra en debate	Encuentra puntos de acuerdo pero mantiene las diferencias sin solucionar	Reconoce las diferentes y llega a pactos para superarlas positivamente
1 <u>Higinia M.</u>	X X X		X X X	X
2 <u>Ana P.</u>	X X	X	X X	X
3 <u>Mónica P.</u>		X		X
4 <u>Alejix G.</u>		X X X		
Impone su punto de vista		Intenta convencer dando alguna razón	Dialoga dando buenas razones y argumentos. Aprecia la diferencia	Argumenta, razona su opinión, cede y convence
1 <u>Higinia M</u>	X X X X X	X X		X
2 <u>Ana P</u>	X		X X	X
3 <u>Mónica P.</u>			X	X
4 <u>Alejix G</u>		X X	X X	
Ante una diferencia, evita discutir, cambia de tema o tarea		Ante una diferencia pide al otro que cambie	Ante una diferencia propone un pacto entre los dos	Ante una diferencia dialoga buscando la mejor solución para el equipo
1 <u>Higinia M</u>		X X	X	
2 <u>Ana P</u>	X			X
3 <u>Mónica P.</u>				
4 <u>Alejix G</u>	X			
Procura hacer lo que quiere		Cambia algo su opinión	Está abierto a otras opiniones para cambiar la suya	Aprecia las diferencias como manera de enriquecerse el/ella y el grupo
1 <u>Higinia M</u>	X X X X X	X		
2 <u>Ana P</u>	X	X X	X	X
3 <u>Mónica P.</u>			X X X	X
4 <u>Alejix G</u>	X X		X	

Figura 14.2 Hoja de registro de comportamientos observados por los alumnos