



Universitat Politècnica de Catalunya
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Departament de Projectes d'Enginyeria

**Establecimiento y validación de una
metodología (EMS) para facilitar la transmisión
de conocimientos en el aprendizaje de la
ingeniería.**

Aplicación particular en la transmisión de
conocimientos y aprendizaje en el ámbito industrial.

Laura Carnicero Hernanz

Director de la Tesis: Dr. Joaquim Lloveras

Programa de Doctorado: "Projectes d'Innovació Tecnològica
en l'Enginyeria del Producte i del Procés"

Barcelona, Agosto 2007

ESTABLECIMIENTO Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA (EMS) PARA FACILITAR LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS EN EL APRENDIZAJE DE LA INGENIERÍA.

APLICACIÓN PARTICULAR EN LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS EN LA INDUSTRIA.

Estudios recientes muestran la eficiencia de la auto-explicación de conceptos como estrategia de aprendizaje. El objetivo de esta tesis es establecer y validar una metodología para facilitar el aprendizaje de conceptos de ingeniería, tomando como base de partida la metodología de la auto-explicación, ampliándola y trasladándola a la aplicación en grupo, reforzando, de esta manera, el intercambio de esquemas mentales.

Se ha establecido, como campo de aplicación de esta metodología, no sólo el ámbito del aprendizaje de conceptos de ingeniería en los estudios universitarios, sino también su aplicación en el ámbito de la industria. Con ello se busca ayudar a resolver la problemática actual de falta de transmisión y consiguiente pérdida de conocimientos dentro de la empresa.

Resumen

Resumen

El conocimiento en la industria es uno de los factores básicos para un funcionamiento eficaz de ésta y también uno de los más difíciles de valorar, compartir y mantener a lo largo del tiempo. Las aplicaciones conocidas como Knowledge Management (KM) tienen como objetivo mejorar la gestión global del conocimiento dentro de la empresa, centralizando la información en la organización. Estas herramientas permiten disponer de una base de datos e información accesible que puede ser consultada, pero difícilmente consiguen que exista una transmisión del conocimiento propio de las distintas personas de la organización.

Analizando los esquemas mentales o puntos de vista de distintas personas que desempeñan tareas similares en el mundo empresarial, se observa que éstos presentan diferencias importantes. Del mismo modo, también en el ámbito universitario los esquemas o ideas mentales de varios estudiantes de ingeniería sobre un mismo concepto pueden llegar a ser muy distintos. Existe pues, en ambos campos, un potencial importante en compartir esquemas mentales diferentes con el fin de enriquecer y completar los esquemas mentales propios.

El objetivo de esta tesis es establecer una metodología que permita el intercambio de esquemas mentales, tanto en el ámbito del aprendizaje de conceptos de ingeniería en la universidad como su aplicación en la mejora de la transmisión de conocimientos en su aplicación en el ámbito industrial.

La metodología utilizada para ello es la siguiente: como primer paso, el análisis de la problemática actual, tanto en el ámbito universitario como en la industria, así como el análisis de las metodologías existentes en la literatura científica con respecto a la transmisión de conocimientos y mejora del aprendizaje. A partir de esta primera fase, se establece una propuesta de metodología que permita fomentar la transmisión del conocimiento, que se aplica, en primera instancia, en el ámbito universitario a un reducido grupo de alumnos. Esta primera aplicación permite observar tendencias y primeros resultados. La obtención de una muestra mucho mayor para ratificar y validar estadísticamente los resultados obtenidos se lleva a cabo como paso siguiente en el ámbito universitario. Finalmente, se realiza su aplicación en la industria (tras la adaptación de la metodología a este ámbito) para comprobar que los resultados obtenidos son asimilables así como definir cuáles son las premisas básicas que deben cumplirse en este entorno para la aplicación exitosa de la metodología.

La estructura de la tesis consta, pues, de (2) Antecedentes, (3) Desarrollo de la metodología propuesta, (4) Diseño de experimentos, (5) Obtención de resultados y (6) Conclusiones y futuros desarrollos.

La definición de conocimiento, y en particular el conocimiento tácito, es el punto de partida del capítulo de antecedentes. La transmisión de este tipo de conocimiento (“sabemos más de lo que podemos decir”) es básico para evitar la pérdida de conocimiento en la industria y es, a su vez, el más difícil de transmitir por su propia naturaleza.

Del mismo modo, la idea mental que cada estudiante ha ido creando de los conceptos básicos que va estudiando puede variar, y de hecho varía, enormemente entre los distintos estudiantes. Este hecho no implica que la mayoría de ellos sean esquemas incorrectos, sino que serán esquemas parciales con potencial de ser completados por los de sus compañeros. Para que este proceso se lleve a cabo hace falta un proceso de reflexión conjunta.

En la industria la situación existente es parecida: el proceso de adquisición de conocimientos es normalmente un proceso lento, individual, fruto de las experiencias que va viviendo cada persona, la manera en la que va resolviendo los problemas que va encontrando y sus características propias. Este conocimiento no es compartido salvo en aquellas situaciones en las que, según la propia percepción, crean que pueda afectar a sus compañeros o deben intervenir en alguna decisión. La estructura del capital humano de la empresa, junto con la problemática habitual de jubilaciones y relevo generacional complica la situación de falta de comunicación.

Para conseguir que el conocimiento global se caracterice por tener un valor siempre creciente (aumentando su valor al ser compartido) es necesaria la existencia de una cultura empresarial determinada y una metodología que lo fomente.

Entre las metodologías actuales para facilitar el aprendizaje de conocimientos se destacan, en el capítulo de Antecedentes, la técnica de la Auto-explicación, basada en el beneficio obtenido a partir de la verbalización de lo que cada persona entiende de los conceptos que va aprendiendo, y la Práctica Reflexiva propuesta por Schön, orientada a la enseñanza y el aprendizaje de profesionales tomando como base la reflexión-en-acción.

Una introducción a las herramientas de gestión del conocimiento (KM) en el mundo

empresarial y la dificultad de transmisión del conocimiento tácito a partir de su aplicación es el punto de partida para resumir las premisas básicas necesarias para la transmisión de este tipo de conocimiento en el mundo empresarial. Entre ellas, la cercanía de los empleados como clave para obtener un mayor grado de conocimiento tácito transmitido, la necesidad de implicación del management en crear un ambiente de trabajo que implique respeto por los distintos estilos de pensamiento (sin recriminaciones por los errores, fomentando una cultura abierta) y la necesidad de sesiones “informales”, que no requieran mucho tiempo de aplicación y que faciliten este tipo de transmisión.

Como punto final del capítulo Antecedentes se presentan las características básicas de la técnica de Análisis del Protocolo utilizada para llevar a cabo el análisis de los procesos estudiados a lo largo de la tesis. Esta técnica se basa en conocer el proceso mental de una persona a partir de la verbalización (“thinking aloud”) que ésta realice de sus propias habilidades cognitivas. Para facilitar el análisis, las sesiones son grabadas en vídeo, con la finalidad de realizar, con posterioridad, una codificación de las verbalizaciones y su posterior análisis. El uso de esta técnica se inició, en el campo de la psicología, en los años 20 y ha ido evolucionando, conjuntamente con la tecnología aplicada, desde aplicaciones para analizar procesos mentales individuales al uso de la técnica para el análisis en grupos considerando los intercambios verbales entre los distintos miembros de un grupo.

La que se define como Metodología de Intercambio de Esquemas Mentales (IEM) o en inglés *Exchange of Mental Schemes* o EMS (que serán las siglas usadas en este trabajo) es la metodología propuesta, como punto central de esta tesis, para el cumplimiento de los objetivos establecidos. La base de este método es la evolución de la técnica de la Auto-explicación hacia una metodología a aplicar en grupo, en el que cada uno de sus componentes lleve a cabo una exteriorización de sus propios esquemas mentales (en mayor o menor medida), utilizando como facilitador o guía los comentarios de sus propios compañeros, forzándose, de este modo, a una reflexión, no sólo del propio esquema mental sino del de los demás participantes. Éste es, pues, un método para aplicar en grupo que pretende inducir un proceso de aprendizaje / ampliación de conceptos reflexivo y, como consecuencia, fomentar la transferencia de conceptos e inducir un proceso de aprendizaje duradero.

La aplicación del método se divide en dos fases, diferenciadas en la teoría y no siempre tan fácilmente separables en la práctica: la primera etapa consiste en una explicación individual de cada persona del grupo del esquema mental propio respecto a un concepto

determinado. Esta primera fase debe ir acompañada por una escucha activa, abierta y reflexiva por parte del resto de miembros del grupo. La segunda fase consiste en una discusión activa del concepto en cuestión, basada en las explicaciones individuales de cada persona del grupo, así como las distintas perspectivas que han surgido, formulación de preguntas que permitan expresar / extender más ampliamente los puntos de vista, etc..

Comparar punto a punto las características propias de la metodología EMS con la Práctica Reflexiva, permite entender con más profundidad sus aspectos básicos (objeto de la reflexión, generación de feedback, actitud necesaria, tipo de conocimiento transmitido, tiempo necesario para su aplicación y posibles limitaciones).

El hecho de que la fuente principal de externalización de los esquemas mentales propios sea a través de la verbalización (y, en cierta medida, de la información que gestual que pueda observarse de los participantes en las sesiones EMS), limita, de manera importante, la información que pueda llegarse a transmitir, al ser, la información verbal, una parte pequeña de la comunicación total entre individuos. Ampliar esta metodología a la parte a-verbal de la comunicación queda fuera del alcance de esta tesis, siendo una línea clara de posible evolución de este trabajo en futuras investigaciones.

Los experimentos llevados a cabo para el análisis de la aplicación práctica de la metodología propuesta y su validación son los siguientes:

1. Primera aplicación en ámbito universitario para observar tendencias y primeros resultados.
2. Ampliación del análisis con una muestra suficientemente grande para validar estadísticamente la metodología.
3. Realización de la aplicación de la metodología EMS en el ámbito industrial, con el objetivo de observar, en los resultados obtenidos, la existencia de la misma tendencia que los resultados obtenidos en el ámbito universitario.

La primera de estas aplicaciones se ha llevado a cabo con la ayuda de un grupo de estudiantes de ingeniería de la ETSEIB (UPC), que realizaban una asignatura de libre elección relacionada con la creatividad (*Innovación y Patentes*). La participación ha sido de 10 personas, divididas en dos grupos (un grupo de control, que realiza un estudio convencional, y un grupo de aplicación de la metodología EMS). Al realizarse un total de

6 experimentos, las personas que han participado en un grupo u otro se han intercambiado con el fin de dejar “sentir” la aplicación de la metodología EMS a todos ellos.

Con el fin de poder analizar la diferencia existente entre aplicar o no la metodología propuesta, se ha realizado un pre-test y post-test antes y después de cada aplicación. Para ello, se ha utilizado un formato (EMSF) para permitir la externalización del esquema mental propio antes y después de cada experimento. La grabación de las sesiones ha permitido la realización del análisis del protocolo de estas sesiones. Finalmente, una encuesta final a todos los participantes ha servido para obtener la opinión personal de la aplicación de dicha metodología.

Los distintos experimentos realizados han consistido en, como primer bloque, el análisis de conceptos ya conocidos por los estudiantes (conceptos de ingeniería ya aprendidos durante años anteriores), seguido de un segundo bloque de aplicación de la metodología a conceptos menos conocidos que debían estudiar a partir de documentación escrita que se les facilitaba. Finalmente, se ha realizado una toma de muestras adicional consistente en conocer el esquema mental de los conceptos tratados por los participantes pasado un cierto tiempo.

Los índices utilizados para el análisis de los resultados se han dividido entre aquellos índices que indican el “nivel de ideas compartidas” por las distintas personas del grupo y aquellos índices que relacionados con “la calidad del proceso de aprendizaje”. Todos estos índices están basados en la idea de “sub-conceptos”, como cada una de las partes independientes en las que se puede dividir un concepto.

Para el análisis del proceso, mediante análisis del protocolo, se ha definido los distintos objetos de codificación de las verbalizaciones y de los procesos mentales que se llevan a cabo entre verbalizaciones.

La segunda fase de experimentos (ampliación de la muestra para la validación estadística de la metodología) se ha llevado a cabo a partir de la comparación de dos tratamientos (tratamiento **A**: llevar a cabo el método EMS para un concepto determinado; tratamiento **B**: no llevar a cabo el método EMS sino realizar un estudio individual habitual). Para ello, se han planteado tres hipótesis nulas y tres hipótesis alternativas, asociadas a tres índices distintos (ya definidos en el primer experimento): SC_b (sub-conceptos básicos por persona), SC_e (sub-conceptos erróneos) y $VPSC_b$ (sub-conceptos básicos ponderados por el nivel de coincidencia entre las distintas personas del grupo).

Se afirma que la metodología EMS aporta una ventaja importante en el aprendizaje de conceptos si se puede afirmar las tres hipótesis alternativas planteadas con un grado de seguridad suficientemente elevado.

En esta segunda fase han participado un total de 60 estudiantes de quinto curso de ingeniería (de la asignatura de *Proyectos*). Nuevamente, se ha hecho una división en dos grupos, de 30 personas, uno para la aplicación de la metodología EMS y otro para el grupo de control. Estos grupos han sido divididos, a su vez, en 6 grupos de 5 personas que permiten la aplicación de la metodología EMS.

Se han analizado dos conceptos distintos, el primero un concepto conocido, que todo ingeniero debería haber asumido claramente a lo largo de los estudios cursados, y un segundo concepto menos conocido, pero que un estudiante de quinto de ingeniería debería ser capaz de analizar en base a la formación recibida y a la manera de pensar que se le ha enseñado.

Al igual que en el caso anterior, se ha realizado un pre-test y un post-test con ayuda del EMSF. Con el fin de evitar tener una influencia en el orden de aplicación de las pruebas, se ha diseñado un esquema de aplicación alternando las pruebas a realizar en los 12 grupos distintos.

Finalmente, la aplicación en la industria se ha llevado a cabo con la participación de 5 diseñadores de procesos de producción que realizan, en el día a día, tareas de diseño equivalentes. La metodología de trabajo ha sido parecida a la utilizada anteriormente: pre-test, post-test y grabación de las sesiones para el posterior análisis del protocolo. También en este caso se ha realizado una encuesta posterior a la sesión para obtener la opinión personal de cada participante. Como punto diferenciador con los experimentos anteriores, se ha realizado una toma de datos anterior a la aplicación práctica referente a la opinión de los participantes acerca de cómo creen que han ido aprendiendo los conocimientos para la realización de su trabajo diario.

Con el fin de facilitar la aplicación de la técnica, se ha realizando a los participantes una explicación detallada del método, así como preparando unas tarjetas “recordatorio” con las principales características a recordar durante la sesión.

Los índices utilizados han sido equivalentes a los de las fases anteriores, con pequeñas adaptaciones al ámbito empresarial.

Las características básicas del cambio cultural necesario para la transmisión de conocimientos e intercambio de ideas en el ambiente industrial analizado (limitaciones auto-impuestas y limitaciones de la organización y / o de la jefatura) también se presentan en este punto.

El análisis de resultados se divide, nuevamente, en los mismos tres bloques. Las conclusiones obtenidas a partir del primer análisis de resultados en el ámbito universitario pueden resumirse en la existencia de una tendencia claramente positiva amentando el número de sub-conceptos básicos, así como los sub-conceptos básicos compartidos; se eliminan los sub-conceptos erróneos, y disminuyen el número de sub-conceptos adicionales; los conceptos definidos como “fáciles de olvidar” también disminuyen. Pasadas dos semanas (tiempo fijado por razones organizativas del desarrollo de la asignatura en sí), los sub-conceptos básicos perduran. A pesar de ser dos semanas un tiempo no muy elevado, sí que ha servido para observar una tendencia favorable.

La opinión personal de los participantes sigue esta misma línea: una mayoría creen que su esquema mental ha cambiado, ampliándose, teniendo un conocimiento del concepto más claro y profundo. Consideran que la metodología les ha ayudado a reflexionar y aclarar las propias ideas, así como ver nuevos matices aportados por otros participantes.

La ampliación del tamaño de la muestra en el segundo experimento ha permitido poder validar estadísticamente la metodología: en los dos casos analizados, se han afirmado las tres hipótesis alternativa (ligadas a los sub-conceptos básicos, sub-conceptos erróneos, y sub-conceptos compartidos) con un grado de seguridad mayor al 95 %.

Con la aplicación de la metodología EMS en el ámbito industrial también se han obtenido resultados positivos: en las cuatro sesiones realizadas se ha detectado un incremento de sub-conceptos básicos, se han rechazado sub-conceptos expresados en el pre-test (equivalentes a los sub-conceptos erróneos en el ámbito universitario) y ha aumentado claramente el valor asociado a los sub-conceptos compartidos. Adicionalmente, la cantidad de sub-conceptos extendidos durante las sesiones ha sido muy elevado.

A través del análisis del protocolo las conclusiones obtenidas siguen la misma línea: generación de feedback que permite una evolución de los conceptos, rechazo de sub-conceptos después de un proceso de reflexión conjunto, generación de nuevos sub-

conceptos tras la combinación y reflexión conjunta,...

Tras el análisis de la opinión de los diseñadores se define la metodología EMS como fácil de aplicar, con potencial claro en el área analizada, que ayuda a aprender a reflexionar sobre los conceptos propios, e incluso a mejorar la relación entre las personas del departamento.

Los resultados obtenidos en los distintos experimentos, permiten entender la metodología EMS como una metodología válida para fomentar el intercambio de conocimientos en ambos casos: en el ámbito universitario para fomentar el aprendizaje de conceptos de ingeniería, consiguiéndose un aprendizaje más profundo y duradero, y en el ámbito industrial, para facilitar la transmisión de conocimientos entre las distintas personas de la organización.

Para que se pueda llevar a cabo la aplicación de manera satisfactoria en ambos ámbitos se proponen una serie de medidas que la faciliten. Establecer unos conceptos básicos de cada asignatura a los que aplicar la metodología en el ámbito universitario podría ser una posibilidad para permitir que los alumnos lleguen a vivir las ventajas de la metodología y que lleguen a reflexionar de manera más profunda acerca de aquellos conceptos básicos que deberían quedar claramente entendidos y fijados por todo ingeniero. Definir, en el ámbito empresarial, unas sesiones periódicas, por ejemplo quincenales, de aplicación de la metodología, podría permitir establecer un punto de partida para que cada área ajustara, según sus propias necesidades y beneficios obtenidos, su ritmo de aplicación de manera natural.

Para conseguir una aplicación exitosa en el mundo empresarial, un factor básico e imprescindible es el disponer de una cultura empresarial que permita y fomente este tipo de sesiones. La explicación detallada de la metodología y sus beneficios al management es el punto inicial de este cambio cultural. Permitir que sus colaboradores participen en este tipo de sesiones deberá ser una apuesta de futuro; el cambio a una mejor relación entre los colaboradores aumentando el nivel de comunicación es una consecuencia directa esta apuesta.

Abstract

Knowledge in industry is one of the basic factors to make it works efficiently, but also it is difficult to value, share and maintain over time. The aim of Knowledge Management' (KM) applications is to improve management of an organization's global knowledge, by centralising its information. This type of tools make information and dates accessible through a database, which can be consulted by people of the organization, but knowledge, owned by these people, can be hardly transmitted through KM-tools.

When mental schemes or points of view of different people of the enterprise environment doing similar tasks are analysed, it is realised that they are very different. This same fact can be observed in university environment: mental schemes or ideas of some students about the same engineering concept, for example, can be really different. Thus, it can be said that, in both fields, there is an important potential in sharing mental schemes with the aim of enriching and completing own mental schemes.

The aim of this thesis is to establish a methodology that allows exchange of mental schemes, not only talking about learning engineering concepts in university but also to improve knowledge transmission with its industrial environment application.

The following methodology has been used for it: as starting phase, an analysis of the present situation and the problems associated with it has been carried out, not only in the university but also in the industrial environment. Also an analysis of the existing methodologies, in the science literature, related to knowledge transmission and learning improvement has been done. Taking this information as a base, a method purpose to encourage knowledge transmission has been established. It has been first applied in the university, with a reduced number of students. With this first application a tendency of first results has been observed. A larger application with a bigger sample has been then carried out in order to statistically validate the obtained results in this university environment. Finally, an application in industry has been done to ratify that the obtained results can be assimilated to the ones obtained before, and to define which are the basic premises that must be fulfilled to successfully apply this methodology in an enterprise.

This thesis structure is divided in: (2) Background, (3) Development of the proposed methodology, (4) Experiments' design, (5) Obtained results and (6) Conclusions and future steps.

Knowledge definition, especially tacit knowledge, is the starting point of the Background chapter. Transmission of this type of knowledge (“we know more than we can say”) is basic to avoid loss of knowledge in industry and it is, at the same time, the most difficult to transmit because of its nature.

Similarly, the mental idea that every student has created about the basic concepts that they study can vary, and it is a fact that they vary, enormously from one student to another. This fact does not mean that most of them have incorrect schemes but partial schemes with potential to be completed with the ones of their colleges. In order for this process to be carried out, a global and collectively reflection is needed.

The existing situation in industry is similar: process to acquire knowledge is normally a slow and individual process, which is a result of each one experience, the way they have resolved problems they have faced with, and their own characteristics. This knowledge is not usually shared, except those situations that are perceived as being affected by other people of the area. The structure of organization’s human capital, when added with problems associated with people going in rent and generational relief, make lack of communication more complicated.

In order to make global knowledge of an organization to have an always growing value (increasing when shared), it is necessary to have a determined enterprise culture and a methodology to encourage it.

From existing methodologies to make knowledge learning easier, two methodologies are explained in chapter Background: the Self-explanation technique, based on benefit of the verbalisation of what people understand of concepts that he/she learns, and the Reflective Practice methodology, proposed by Schön, to improve professionals teaching and learning by means of reflection-in-action.

An introduction to Knowledge Management tools in enterprise environment and the difficulty of tacit knowledge transmission through KM applications is the starting point to summarize basic premises to make knowledge transmission in industrial environment possible. Between them, proximity between employees as a key to obtain a bigger degree of tacit knowledge transmission, manager’s implication requirement to create work atmosphere that involve respect to other’s thinking styles (free of reproach, promoting an open culture) and the need of informal sessions help this type of transmission.

As final point of the Background chapter, the basic characteristics of the Protocol Analysis technique, used to analysis processes studied along this thesis, are explained. This technique is based on discovering the mental process that one person is carrying out through the verbalization (“thinking aloud”) that he/she implements of his/her cognitive abilities. To make this analysis easier, the sessions are video-recorded, with the purpose of codifying the verbalizations and making a later analysis. The use of this technique started in psychology field, in the twenties, and has evolved, together with applied technology evolution, from applications used to analyse individual mental processes to group analysis considering verbal exchanges between different members of a group.

EMS (Exchange of Mental Schemes) methodology is the method proposed in order to achieve objectives established. The base of this methodology is the evolution of Self-explanation technique to a group applied method, in which every member of the group do externalize his/her own mental schemes (as much as possible), using a facilitator or guide comments realized by the other people of the group, forcing a reflection, not only of the own mental scheme but other participants’ mental schemes. It is, then, a method to apply in group, to help the learning process / extension of concepts that is reflexive, and, as a consequence, encourage transfer of concepts and induction of long term learning.

EMS Method application is divided in two phases, different in theory but not always easily to discern in the practice: the first one consists in an individual explanation of each person of the group of his/her own mental scheme in relation to a given concept. This first phase must be accompanied by active, open and reflexive listening of other members of the group. The second phase consist in an active discussion about the concept, based on the individual explanations of each individual and the different perspectives that have arisen in the first stage, question building to support expression / enlarge points of view, etc..

A comparison point to point of the EMS methodology characteristics versus Reflective Practice ones, allows deeply understanding of its basic principles (reflection object, feedback generation, necessary attitude, type of transmitted knowledge, time needed to apply it and possible limitations, ...).

There is a limitation in the way mental schemes’ externalisation is carried out in the proposed methodology: it is mainly based on verbalisation (and partially on gestual information), being verbal information only a little part of the information that could be transmitted between subjects. An extension of this methodology analysing the non-

verbal communication is out of the limits of this thesis, being a clear investigation line for future studies.

Experiments carried out in order to analyse the practical application of the proposed methodology and its statistical validation are the following:

1. First application in university environment to observe tendencies and first results.
2. Wider analysis with a big enough sample to statistically validate the methodology.
3. EMS methodology application in industrial environment, with final purpose of observing the same tendency in the obtained results as in the university environment.

The first of these applications has been carried out with the collaboration of a group of engineering students (ETSEIB – UPC), attending subject about creativity (ALE). 10 different persons have taken part, divided in two groups (one control group, carrying out a conventional study, and one group applying EMS methodology). Because of the number of different proves that have been performed (a total number of 6), people participating have changed from one group to the other, in order than everyone could “feel” the EMS methodology.

In order to analyse differences existing between those who apply and those who do not apply the proposed methodology, a pre-test and post-test have been carried out before and after each application. For this purpose, a determined format (EMSF) has been used to let every participant externalise his / her mental scheme before and after every experiment. Video-recording each session has enabled a deep protocol analysis of the sessions. Finally, an enquiry carried out by every participant has been useful to obtain their personal opinion about the methodology application.

The experiments carried out consist in: (I) analysis of well known concepts (concepts that students have learned during their engineering studies), and (II) application of the methodology to less known concepts that participants learn through given documentation. Finally, an extra post-test to analysis mental schemes of the participants elapsed in a period of time has been the third part of the experiments.

Index used for this aim can be divided in two groups: those that point out “level of shared ideas” between the people of the group, and those that indicate “quality of the learning

process". All these indexes are based on the idea of "sub-concepts", as every single part in which a concept can be divided.

To carry out the process analysis of the experiments (through Protocol Analysis), different objects have been also defined to codify verbalizations and mental process carried out.

The second phase of experiments (wider sample analysis to statistical validation of the methodology) has been carried out through comparison of two treatments (treatment **A**: EMS methodology applied to a given concept; treatment **B**: not to carry out EMS application, but individual habitual study). To this aim, three null hypotheses and the three alternative hypotheses associated with them have been defined, related to the three indexes used in the first phase's experiments: SC_b (basic sub-concepts), SC_e (erroneous sub-concepts) and VSC_b (basic sub-concepts considering the level of coincidence between the different people of the group). It is affirmed that EMS methodology contribute to achieve better learning when all three alternative hypotheses are confirmed with a high level of confidence.

In this second phase, a total number of sixty-fifth year engineering students have participated. Also this time a division in two groups has been done: 30 people to apply EMS method and 30 persons as *control group*. These groups have been, at the same time, divided in 6 groups of 5 people, to let the EMS methodology to be applied.

Two different concepts have been analysed: a first well-known concept, which every engineer should have clearly assumed during his/her studies, and a second less-known concept that students of the fifth course students should be able to analyse based on the training received and the way of thinking that have learnt along these five years.

As done before, a pre-test and post-test has been done using EMSF format. In order to avoid having any influence of the order in which proves are carried out, a given application scheme has been designed, alternating proves to do by the 12 different groups.

Finally, the application carried out in industry, has been done with the collaboration of 5 production process designers that used to perform similar task in their daily work. Execution methodology has been similar to the one used before: pre-test, post-test and video-recording of the sessions to carry out protocol analysis. Also in this case, an enquiry has been done to obtain personal opinion of each participant. Differing from previous experiments, a data collection, before the experiment started, of participant's

opinion about how they think that have learned knowledge needed to carry out their daily work, has been done.

In order to facilitate technical application, a detailed explanation and also “remainder cards” with most important characteristics do remember during the session have been given to the participants.

Same indexes as in the two preceding phases have been used, doing little adaptation to enterprise environment.

Basic characteristics to achieve the needed cultural change that will allow knowledge transmission and ideas exchange in the analysed industrial environment (self-imposed limitations, organizational and management limitations...) are also explained in this point.

Results analysis's chapter is divided, also, in the same three parts. Conclusions obtained from the results of the first analysis in university environment can be summarized in the existence of a clearly positive tendency in increasing basic sub-concepts number, as well as shared sub-concepts; erroneous sub-concepts have been eliminated and decrease the additional sub-concepts number; sub-concepts defined as “easy to forget” also decrease. After two weeks, basic sub-concepts persist.

Personal opinion of participants follows this same line: most of them think that his/her mental scheme has been modified, becoming wider, and obtaining a clearer and deep understanding. They consider that the methodology has helped them to reflect and to clarify their own ideas, as well as to discover new points of view explained by others.

A wider sample in the second experiment has allowed to statistically validating the methodology: in the two analysed situations, all three alternative hypotheses (related to basic sub-concepts, erroneous sub-concepts and shared sub-concepts) have been affirmed with a degree of certainty higher than 95 %.

With the EMS methodology application in the industrial environment, the obtained results are also positive: in all four sessions carried out it has been proved an increase of basic sub-concepts, pre-test sub-concepts have been rejected (they are equivalent to erroneous sub-concepts in university environment) and the value associated to shared sub-concepts has clearly increased. Additionally, the number of sub-concepts that have been extended during the sessions has been high.

Through protocol analysis the obtained conclusions follow the same tendency: feedback

generation has supported an evolution of the concepts, there is rejection of ideas after a global reflection of the group, new ideas are generated after a reflection period and combination of other ideas...

After analysis the designers' opinion it is discovered that EMS methodology is seen as easy to apply, with a clear potential in the analysed area, it helps to reflect about own concepts and even improve the relation between people of the area.

Results obtained in the experiments carried out, enable to consider the EMS methodology as a valid method to encourage exchange of knowledge in both analysed cases: in the university, to support engineering concepts learning, achieving learning that is both deeper and longer lasting, and in the industry, to make knowledge transfer between people of the organization easier.

Some measures are proposed in order to succeed in applying the EMS method in both fields. In university environment, establishing some basic concepts in every subject to apply the methodology could be a possibility for students to make possible to "live" advantages of the methodology and to encourage them to deeper reflect about those basic chosen concepts that every engineer should perfectly understand and have fixed in mind. To define, in enterprise environment, some periodical sessions, for example every two weeks, to apply EMS methodology, could help to establish a starting point to let them find their natural rhythm of application.

In order to succeed in the application of the methodology in enterprises, a basic and essential factor is to have an enterprise culture that allows and encourage this type of sessions. A detailed explanation of it and its benefits to management is the starting point for this cultural change. Allowing their employees to take part of this type of sessions must be a future bet; obtaining better working atmosphere and improving communication level between workers is a direct consequence of this bet.

Índice

Índice

1.	Introducción.....	35
1.1.	Problemática.....	35
1.2.	Preguntas de investigación.....	36
1.3.	Hipótesis.....	36
1.4.	Objetivo.....	37
1.4.1.	Punto de partida.....	37
1.4.2.	Objetivo de la tesis.....	37
1.5.	Alcance.....	38
1.6.	Metodología.....	38
1.7.	Estructura de la tesis.....	39
2.	Antecedentes.....	43
2.1.	¿Qué se entiende por conocimiento?.....	43
2.1.1.	Definición de conocimiento.....	43
2.1.2.	Tipos de conocimiento.....	44
2.1.3.	Conocimiento tácito:.....	46
2.2.	Problemática actual.....	47
2.2.1.	Problemática actual en el aprendizaje de la ingeniería.....	47
2.2.1.1.	Proceso de aprendizaje habitual de los conceptos de ingeniería.....	47
2.2.1.2.	Esquema mental de los conocimientos.....	48
2.2.1.3.	El papel de la reflexión en el aprendizaje de conocimientos en el estudio de la ingeniería.....	49
2.2.2.	La transmisión de conocimientos en la industria y su problemática actual.....	50
2.2.2.1.	Proceso de adquisición de conocimiento en la empresa.....	51

2.2.2.2.	Problemática de la situación actual: falta de comunicación entre el capital humano	52
2.2.2.3.	Puntos de mejora / potenciales identificados.....	59
2.2.2.4.	¿Cómo fomentar la transmisión del conocimiento en la industria?.....	61
2.2.2.4.1.	Objetivo global	61
2.2.2.4.2.	El porqué de la necesidad de una metodología	61
2.3.	Metodologías existentes en el ámbito de la mejora del aprendizaje / adquisición y transmisión del conocimiento:.....	63
2.3.1.	Metodologías para facilitar el aprendizaje.....	63
2.3.1.1.	<i>Auto-explicación</i> : Beneficio de la verbalización de los esquemas mentales	63
2.3.1.2.	El aprendizaje profesional: la Práctica Reflexiva (Reflective Practice) planteada por Schön:.....	65
2.3.2.	Teorías sobre el proceso de adquisición de conocimientos.....	70
2.3.2.1.	Tendencias actuales dentro de la psicología - Corrientes generales del pensamiento	70
2.3.2.2.	Tendencias actuales dentro de la psicología - Teorías del aprendizaje	71
2.3.2.3.	Estructuración de la mente	74
2.3.3.	Herramientas para facilitar la transmisión de conocimiento y tipo de conocimiento transmitido.....	74
2.3.3.1.	Knowledge Management (KM):	75
2.3.3.2.	Tipo de conocimiento transmitido: conocimiento explícito vs. conocimiento tácito:	77
2.3.3.3.	Premisas básicas para la transmisión de conocimiento tácito:.....	78
2.3.4.	La práctica reflexiva como metodologías para facilitar el intercambio de conocimientos tácitos en el mundo empresarial	78
2.4.	Técnica de análisis de procesos: <i>Análisis del protocolo</i>	80

3.	Método EMS	89
3.1.	La <i>Auto-explicación</i> como punto de partida de la metodología EMS:	89
3.2.	Introducción al método.....	90
3.3.	Fases del método EMS.....	91
3.4.	Metodología EMS vs la Práctica Reflexiva (RP) de Schön.....	92
4.	Diseño de experimentos	103
4.1.	Aplicación de la metodología EMS en aprendizaje de conceptos en el ámbito universitario.....	103
4.1.1.	Primeros análisis para observar tendencias	103
4.1.1.1.	Objetivo del experimento	103
4.1.1.2.	Metodología	104
4.1.1.2.1.	Selección de los participantes	104
4.1.1.2.2.	Material	104
4.1.1.2.2.1.	Análisis del resultado:.....	105
4.1.1.2.2.2.	Análisis del protocolo:.....	108
4.1.1.2.3.	Proceso.....	108
4.1.1.2.3.1.	Análisis de las diferencias existentes entre los esquemas mentales básicos	108
4.1.1.2.3.2.	Aplicación del método EMS a conceptos ya conocidos	109
4.1.1.2.3.3.	Aplicación del método EMS a conceptos menos conocidos, a partir del documentación escrita	109
4.1.1.2.3.4.	Análisis de los esquemas mentales de los conceptos trabajados transcurrido un cierto tiempo.....	110
4.1.1.2.4.	Índices utilizados	110
4.1.1.2.4.1.	Análisis del resultado.....	110
4.1.1.2.4.2.	Análisis del protocolo.....	113

4.1.2.	Ampliación de la experimentación para la validación estadística de los resultados.....	119
4.1.2.1.	Objetivo del experimento	119
4.1.2.2.	Base estadística teórica	120
4.1.2.3.	Aplicación en el caso analizado	125
4.1.2.4.	Metodología	128
4.1.2.4.1.	Selección de los participantes	128
4.1.2.4.2.	Tamaño necesario de la muestra	128
4.1.2.4.3.	Elección de los conceptos a analizar.....	129
4.1.2.4.4.	Material	129
4.1.2.4.5.	Proceso.....	130
4.1.2.4.6.	Índices utilizados	131
4.2.	Aplicación de la metodología EMS en la industria.....	131
4.2.1.	Propuesta de experimentación en la industria	131
4.2.1.1.	Objetivo del experimento	132
4.2.1.2.	Metodología	133
4.2.1.2.1.	Selección de los participantes	133
4.2.1.2.2.	Material	133
4.2.1.2.3.	Proceso.....	134
4.2.1.2.4.	Índices utilizados	138
4.2.2.	Resultados esperado	141
4.2.3.	Cambio cultural necesario para la transmisión de conocimientos y el intercambio de ideas	142

5.	Análisis de resultados	149
5.1.	Aplicación de la metodología EMS en aprendizaje de conceptos en el ámbito universitario.....	149
5.1.1.	Primeros análisis para observar tendencias	149
5.1.1.1.	Determinar la diferencia existente entre esquemas mentales básicos ..	149
5.1.1.2.	Aplicación del método EMS a conceptos ya conocidos.....	152
5.1.1.3.	Aplicación del método EMS a conceptos menos conocidos, a partir del documentación escrita	154
5.1.1.4.	Análisis de los esquemas mentales de los conceptos trabajados transcurrido un cierto tiempo	155
5.1.1.5.	Resultados obtenidos mediante el análisis del protocolo	156
5.1.1.6.	Opinión personal de los participantes después de llevar a cabo un proceso EMS	157
5.1.1.7.	Interpretación y discusión de resultados.....	157
5.1.2.	Ampliación de la experimentación para la validación estadística de los resultados.....	160
5.1.2.1.	Obtención de los resultados	160
5.1.2.2.	Análisis.....	162
5.1.2.2.1.	Concepto 1: Motor de Combustión de 4 tiempos	162
5.1.2.2.1.1.	Análisis de los subconceptos básicos	162
5.1.2.2.1.2.	Análisis de los subconceptos erróneos	164
5.1.2.2.1.3.	Análisis de los subconceptos básicos ponderados	165
5.1.2.2.2.	Concepto 2: Motor híbrido	168
5.1.2.2.2.1.	Análisis de los subconceptos básicos	168
5.1.2.2.2.2.	Análisis de los subconceptos erróneos	169

5.1.2.2.3.	Análisis de los subconceptos básicos ponderados	169
5.1.2.3.	Interpretación y discusión de resultados.....	170
5.2.	Aplicación de la metodología EMS en la industria.....	170
5.2.1.	Análisis de los resultados.....	170
5.2.1.1.	Comparativa entre pre-test y post-test: objetivos obtenidos	171
5.2.1.2.	Análisis de protocolo.....	172
5.2.1.3.	Opinión personal de los diseñadores:.....	174
5.2.2.	Interpretación y discusión de resultados.....	175
6.	Conclusiones y futuros desarrollos.....	179
7.	Referencias	185
8.	Anexos.....	193
Anexo A: – Análisis de Sensibilidad de los valores de ponderación elegidos para el análisis de los “sub-conceptos básicos ponderados por el nivel de coincidencia (sub-conceptos compartidos) entre las distintas personas del grupo”:		
		193
Anexo B: – Información entregada a los participantes del segundo experimento en el ámbito universitario, previo al desarrollo de la sesión de investigación.		
		195
Anexo C: – Información entregada a los participantes del experimento en el ámbito empresarial, previo al desarrollo de la sesión de investigación.		
		205
Anexo D: – Análisis del protocolo: Codificación de primeras sesiones de aplicación de la metodología EMS llevadas a cabo en el ámbito universitario para observar primeras tendencias de los resultados.		
		223
Anexo E: – Análisis del protocolo: Codificación de las sesiones de aplicación de la metodología EMS llevadas a cabo en el ámbito industrial.....		
		243
Anexo F: – Plan de aplicación generalizada de la metodología EMS en la organización analizada del ámbito industrial.		
		259
	Publicaciones	265

Glosario	267
Agradecimientos	269

Índice de Tablas

Tabla 1 – Taxonomías del conocimiento y ejemplos	45
Tabla 2 – Distintas perspectivas del conocimiento y sus implicaciones	76
Tabla 3 – Tabla comparativa de ambas metodologías (Reflective Practice vs. EMS)	99
Tabla 4 – Ejemplo parcial de subdivisión del esquema mental de un concepto en	111
Tabla 5 – Esquema de las pruebas realizadas.....	130
Tabla 6 – Ejemplo de transcripción de análisis del protocolo (idea / sub-concepto “1”).....	141
Tabla 7 – Resultados obtenidos del análisis de los conceptos gravedad y electrólisis	153
Tabla 8 – Resultados del EMS del conceptos de Rayos X, partiendo de información teórica escrita.	154
Tabla 9 – Parámetro 1: SC_b (Número de sub-conceptos básicos)	170
Tabla 10 – Parámetro 2: SC_r (Número de sub-conceptos rechazados).....	171
Tabla 11 – Parámetro 3: $VPSC_b$ (Número de sub-conceptos compartidos)	171
Tabla 12 – Número total de veces que un sub-concepto ha sido extendido por un diseñador	172

Índice de Figuras

Figura 1 – Equipos de trabajo no interrelacionados	59
Figura 2 – Ejemplo de formato EMSF.....	106
Figura 3 – Encuesta de opinión post aplicación de la metodología EMS	107
Figura 4 – Esquema de transcripción de las sesiones mediante Análisis de Protocolo	115
Figura 5 – Esquema relaciones entre objetos de la transcripción	116
Figura 6 – Esquema relaciones entre objetos de la transcripción	119
Figura 7 – Esquema relaciones entre objetos de la transcripción	120
Figura 8 – Tarjetas “recordatorio” utilizadas durante la sesión EMS	137
Figura 9 – Distribución de SC_m (número de sub-conceptos que han nombrado m personas distintas, con $m = (1, \dots, \text{número de personas})$)	150
Figura 10 – Distribución de SC_1 (número de sub-conceptos individuales).....	151
Figura 11 – Distribución SC_{pn} (número de sub-conceptos expresados por persona).....	151
Figura 12 – Esquema de la matriz de sub-conceptos expresados por cada participante	160

Figura 13– Esquema de la matriz de sub-conceptos expresados por cada participante	161
Figura 14 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_b) – concepto 1	163
Figura 15 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_e) – concepto 1	165
Figura 16 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B ($VPSC_b$) – concepto 1	166
Figura 17 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_b) – concepto 2	167
Figura 18 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_e) – concepto 2	168
Figura 19 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B ($VPSC_b$) – concepto 2	169

1. Introducción

1. Introducción

Debido a la globalización y la gran competencia existente, las empresas actuales están obligadas a buscar el modo de ser lo más eficaces posibles para poder seguir manteniéndose en el mercado. Para ello, uno de los factores más importantes que les puede permitir optimizar sus procesos y recursos es el *conocimiento*: una gestión adecuada de éste les ayuda a aumentar el rendimiento del sistema y destacar, de este modo, frente a aquellas empresas que no consigan sacar suficiente partido de él (Frank 1999; Gopalakrishnan and Santoro 2004; Ho, Chen et al. 2004).

Éste es un hecho ya conocido por muchas empresas desde hace algún tiempo, y, por ello, han ido desarrollando una serie de aplicaciones conocidas como *Gestión del Conocimiento* (o *Knowledge Management* (KM)) con el fin de mejorar la gestión global del conocimiento dentro de su empresa, centralizando la información y poniéndola al alcance de las distintas personas que la necesitan dentro de la organización. Para llevarlo a cabo, se han planteado distintas metodologías y aplicaciones que persiguen estos objetivos con mayor o menor éxito.

1.1. Problemática

A pesar de la existencia y utilización de estas metodologías, sigue habiendo una problemática importante tanto de pérdida de conocimiento (con la jubilación o cambio de trabajo de los empleados) como de no utilización, para la resolución de problemas del trabajo diario, de los conocimientos adecuados que, por otro lado, sí que poseen otras personas, muchas veces cercanas, de la misma empresa. Este hecho es debido a que con los sistemas de Gestión del Conocimiento se consigue, normalmente, una base de *datos e información* que pueden llegar a transmitirse pero no se consigue una *transmisión de los conocimientos* propios de cada una de las personas.

Si se consulta a varias personas que desempeñan un mismo tipo de trabajo y experiencia similar sobre alguno de los conceptos con los que trabajan diariamente, sorprende descubrir que cada una de ellas tiene una visión muy particular de éste: los aspectos destacados, los matices observados, etc. son distintos, al igual que la manera de actuar frente a las mismas situaciones.

Trasladando esta misma situación al aprendizaje de conceptos de ingeniería (al intentar

explicar por parte de estudiantes de ingeniería algún concepto básico con el que estén acostumbrados a tratar) el resultado observado es igual de sorprendente.

Puede decirse que, el esquema mental que cada una de estas personas posee sobre un concepto determinado es distinto del de los demás pudiendo ser todos ellos correctos (entendiendo como esquema mental de un concepto a la manera cómo la mente de una persona se organiza en relación a un cierto concepto y a sus relaciones con otros conceptos o vivencias).

1.2. Preguntas de investigación

¿Es posible que el esquema mental que una persona posee de un determinado concepto pueda ser exteriorizado totalmente o en su parte más esencial?

¿Es posible compartir, en el mayor grado posible, estos esquemas mentales distintos con el fin de completar y enriquecer el esquema mental propio con el de los demás?

¿Es posible establecer algún tipo de metodología que ayude a fomentar el intercambio de esquemas mentales?

¿Puede ser esta metodología aplicable a la gestión del conocimiento en la industria, como punto de partida para la resolución de la importante problemática actual de falta de transmisión y pérdida de conocimientos que hay en este ámbito?

1.3. Hipótesis

Las hipótesis en las que se ha basado esta tesis son las siguientes:

- Cada persona tiene su propia forma de pensar y su esquema mental propio de los conceptos que ha ido y va aprendiendo.
- Estos esquemas mentales son distintos entre las distintas personas.
- Es posible llegar a exteriorizar, aunque sea parcialmente, estos esquemas mentales.
- Fomentar la externalización e intercambio de estos esquemas mentales se podrá

conseguir a partir del establecimiento de una metodología y el fomento de su práctica.

- El caso general del aprendizaje de conceptos en la universidad podrá concretarse en la industria (el proceso general es homólogo).

1.4. Objetivo

1.4.1. Punto de partida

El punto de partida para establecer el objetivo de esta tesis es el análisis de la problemática actual existente. Ésta puede resumirse en dos grandes bloques:

- En el ámbito del **aprendizaje de la ingeniería**: No existencia de transmisión de conocimientos en la fase de aprendizaje entre los distintos compañeros que están llevando a cabo un proceso de aprendizaje paralelo de los mismos conceptos. No aprovechamiento del potencial existente.
- En el ámbito de la **industria**: Falta de transmisión e intercambio de conocimientos. No existe un aprovechamiento del potencial existente, puesto que la mayoría de los conocimientos que poseen sus empleados suelen ser conocimientos propios e individuales que no ponen en común con sus propios compañeros.

1.4.2. Objetivo de la tesis

El objetivo general de esta tesis es el siguiente:

- Establecer una metodología para facilitar la transmisión de conocimientos en el aprendizaje de conceptos de ingeniería y validarla estadísticamente a partir de experimentos.
- Aplicar esta metodología establecida en el campo de la industria y comprobar sus beneficios en la transmisión de conocimientos.

1.5. Alcance

En el ámbito del aprendizaje de la ingeniería, el entorno de la investigación de esta tesis ha sido la colaboración con alumnos de la Escuela Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, concretamente con alumnos de una asignatura de libre elección (ALE) (*Innovación y Patentes*) y alumnos de quinto (asignatura *Proyectos*). Esta colaboración ha permitido obtener una muestra suficientemente grande para poder validar estadísticamente los resultados obtenidos. Estos resultados serán aplicables a áreas científico-técnicas, por la naturaleza de los conceptos tratados (conceptos correctos / conceptos erróneos), quedando excluidas aquellas disciplinas no técnico-científicas (tales como la sociología, humanidades, filosofía, etc.) en las que no está claramente definido la corrección o no de un concepto dado.

Cabe destacar que el foco de esta tesis se centra en el ámbito del *aprendizaje* y la transmisión de conceptos técnicos, pero no, en principio, en el ámbito de la *enseñanza*.

En el campo de la industria, la aplicación del presente trabajo se ha centrado en el caso particular de una gran empresa del sector de la Automoción, concretamente en el área de Diseño de Procesos de Producción. Las dificultades propias de la realización de estudios en la industria, tales como tiempo y personal limitados, imposibilita la obtención de una muestra suficientemente grande como para permitir la realización de una nueva validación estadística de los resultados obtenidos en el ámbito universitario, siendo su alcance la corroboración de la misma tendencia observada en el campo anterior. La confidencialidad propia de este ámbito permite la realización del estudio completo y la obtención de resultados válidos, limitando la publicación del detalle del análisis (video de las sesiones realizadas y su transcripción detallada).

Como se explica más adelante (capítulo 3), el método propuesto como parte de los objetivos de esta tesis, se basa, principalmente, en la verbalización y el análisis básicamente gestual de los participantes. Es conocido que la comunicación verbal supone una pequeña parte de la comunicación global entre individuos. El alcance de este trabajo se centra, pues, en este fragmento de la comunicación, siendo éste un inicio para una posterior evolución hacia el análisis de la comunicación a-verbal.

1.6. Metodología

La metodología seguida para llevar a cabo el objetivo planteado es la siguiente:

- (1) Análisis de la problemática actual, tanto en el ámbito del aprendizaje universitario como en la industria.
- (2) Análisis de la literatura científica para determinar el estado del arte en cuanto a metodologías para facilitar el aprendizaje y la transmisión de conocimientos.
- (3) Establecimiento, a partir de los resultados de los dos puntos anteriores, de la base para una metodología para aplicar en grupo (EMS – Exchange of Mental Schemes (ver capítulo 3)) que fomente la comunicación de los propios esquemas mentales entre los participantes y, por lo tanto, la transmisión e intercambio de sus conocimientos.
- (4) Aplicación práctica de la metodología establecida con un grupo de estudiantes de ingeniería para observar los primeros resultados y tendencias en una situación real.
- (5) Aplicación en una muestra suficientemente grande de la metodología establecida (también en el campo del aprendizaje universitario de ingeniería) para la validación estadística de los resultados obtenidos. Determinación de la existencia de diferencias significativas entre la utilización de este método y el estudio individual habitual.
- (6) Aplicación de la metodología EMS, probada estadísticamente en el punto anterior, en la industria. Corroboración, o no, de los resultados obtenidos con esta metodología también en el campo empresarial.

1.7. Estructura de la tesis

Esta tesis se organiza en los siguientes capítulos:

- En el capítulo 2 se presentan los antecedentes, tanto en el ámbito de la problemática actual en los dos campos planteados (en el aprendizaje de la ingeniería y en el ámbito de la industria) como una breve introducción a las teorías de adquisición de conocimientos y las metodologías existentes previas a esta tesis que facilitan el aprendizaje de conceptos y transmisión de conocimientos y sus campos de aplicación.
- En el capítulo 3 se propone y desarrolla una metodología para facilitar la

transmisión de conocimiento que va a ser aplicada y validada en esta tesis.

- El diseño de experimentos, en los dos campos analizados, se explican en el cuarto capítulo.
- En el quinto capítulo se exponen los resultados obtenidos en los experimentos detallados en el cuarto capítulo.
- Finalmente, las conclusiones y futuros desarrollos pueden encontrarse en el capítulo 6.

2. Antecedentes

2. Antecedentes

En la primera parte de este capítulo, se explican brevemente distintos modos de entender el concepto conocimiento y los diferentes tipos de conocimientos existentes según la literatura actual.

En un segundo bloque se presenta una descripción de la problemática actual, tanto en el campo del aprendizaje de la ingeniería como en la industria, con referencia a la transmisión de conocimientos.

El tercer bloque consiste en conocer el estado del arte de las metodologías para facilitar el aprendizaje y transmisión de conocimientos existentes hasta el momento de realización de la tesis.

Finalmente, en un cuarto apartado se explica la base de los métodos de análisis de datos utilizados en capítulos posteriores de este estudio.

2.1. ¿Qué se entiende por conocimiento?

2.1.1. Definición de conocimiento

En los últimos años ha crecido el interés por el “conocimiento” y en su gestión (Knowledge Management (KM)), como recurso importante e imprescindible en las organizaciones. Existen en la literatura muchas definiciones distintas del término “conocimiento” (desde los filósofos griegos de la era clásica se ha tratado y analizado este concepto). Uno de los campos técnicos en los que se ha definido este término es en el de la tecnología de la información (IT - Information Technology), debido a ser el área de desarrollo de múltiples herramientas de gestión del conocimiento (KMS – Knowledge Management Systems).

Analizando su literatura, la primera distinción importante que encontramos es la diferenciación entre datos (listas de números o hechos), información (datos procesados) y conocimiento, entendiendo como conocimiento la información que se posee en la mente de los individuos. Ésta es información personalizada (que puede o no ser nueva, única, útil o acorde a la realidad), relativa a hechos, procesos, conceptos, interpretaciones, ideas, observaciones o juicios (Alavi and Leidner 2001).

Otros autores, como Tuomi (Tuomi 1999) realizan la misma argumentación a la inversa: el conocimiento debe existir antes que la información se pueda formular y antes que los

datos puedan ser entendidos para formar información. El conocimiento existe y, cuando es articulado, verbalizado y estructurado se vuelve información. A su vez, cuando ésta se representa y se interpreta de una manera estándar, se transforma en datos.

Pero existen, en otros campos, definiciones muy diversas sobre este concepto. Una de ellas es la presentada por Huber (Huber 1991) y Nonaka (Nonaka 1994): conocimiento es la creencia justificada que aumenta la capacidad de una entidad para una acción efectiva.

En Alavi and Leidner (Alavi and Leidner 2001) puede encontrarse una clasificación interesante de las múltiples perspectivas de entender el conocimiento. Estas son: (1) estado de la mente ((Schubert, Lincke et al. August 1998) – la suma de lo que se ha percibido, observado o aprendido a través de la experiencia o del estudio), (2) objeto (el conocimiento es entendido como algo que puede ser almacenado y manipulado ((Carlsson, El Sawy et al. 1996), (McQueen 1998)), (3) proceso (focalizado en la aplicación de la experiencia (Zack 1998), (4) condición de tener acceso a la información (el conocimiento debe ser organizado para facilitar el acceso y recuperación de contenidos (McQueen 1998)), o (5) una capacidad (con el potencial de influenciar en acciones futuras (Carlsson, El Sawy et al. 1996) o bien la capacidad de utilizar información (Watson 1999)).

Orientamos esta tesis desde el punto de vista del conocimiento como el resultado en nuestra mente (o estado de la mente) después de la experiencia, percepción, estudio,... (asimilable a la tipología 1 del esquema de (Alavi and Leidner 2001)). A partir de las experiencias vividas, informaciones recibidas, reflexiones realizadas, nuestros esquemas mentales se irán modificando, ampliando, creando. Estos esquemas pueden ser, correctos o incorrectos, acordes o no con la realidad, completos o incompletos. Finalmente, podrán ser verbalizados claramente, verbalizados con mayor o menor dificultad o incluso no ser posibles de verbalizar, dependiendo de su naturaleza.

2.1.2. Tipos de conocimiento

A partir de los estudios de Polanyi (Polanyi 1969) y Nonaka (Nonaka 1994) explica la división del conocimiento en tácito y explícito. La dimensión tácita del conocimiento está ligada a la acción, experiencia y a contextos específicos y comprende tanto elementos cognitivos como técnicos. Los elementos cognitivos consisten en esquemas o mapas mentales, creencias, paradigmas y puntos de vista que tiene un individuo; los técnicos consisten en know-how concreto y habilidades referidas a un contexto específico.

Otros autores, como Beckman (Beckman 1990) presentan una categoría intermedia: el conocimiento implícito, entendiéndolo como aquel conocimiento que es tácito en forma pero accesible a través de un proceso de discusión y preguntas.

Tabla 1 – Taxonomías del conocimiento y ejemplos

Tipos de conocimiento	Definición	Ejemplo
Tácito Cognitivo Técnico	El conocimiento está basado en acciones, experiencias e implica un contexto específico.Modelos mentalesKnow-how aplicable a un trabajo específico	La mejor manera de tratar con un cliente; Creencias individuales en relaciones causa – efecto; Habilidades de un cirujano
Explícito	Articulado, conocimientos generales	Conocimiento de los clientes mayores de la región.
Individual	Creado por e inherente en el individuo	Visiones ganadas con la realización de un proyecto
Social	Creado por e inherente en las acciones colectivas de un grupo	Normas de comunicación dentro de un grupo
Declarativo	Saber acerca de algo	Qué medicamento es apropiado a qué enfermedad
Procedural	Saber cómo	Cómo administrar un medicamento determinado
Causal	Conocer el porqué	Entender cómo funciona cierto medicamento
Condicional	Saber cuándo	Entender cuando es necesario prescribir un medicamento
Relacional	Saber con qué	Entender cómo interfiere un cierto medicamento con otros
Pragmático	Información útil para una organización	Mejores prácticas; experiencias de proyectos; reportes de mercado; planos

Otra posible división planteada por Nonaka (Nonaka 1994) es el conocimiento individual o colectivo. El conocimiento individual es creado por el individuo y existe en él, mientras que el conocimiento colectivo es creado e inherente a las acciones colectivas de un grupo.

Existen también distintas divisiones del tipo de conocimientos como el conocimiento (declarativo, procedural, causal, relacional y pragmático) que se distinguen también en la literatura. En la Tabla 1 puede verse un esquema de (Alavi and Leidner 2001) que engloba las distintas categorías.

Con el fin de centrar los antecedentes de esta tesis, en el siguiente punto se explican con más detalle las características propias del conocimiento tácito y su transmisión.

2.1.3. Conocimiento tácito:

La definición de conocimiento tácito de Polanyi (Polanyi 1969) es ampliamente aceptada, por ser el primero quien definió su significado. Él engloba la esencia del conocimiento tácito en la frase “sabemos más de lo que podemos decir”. Como ejemplos de ello, este autor expone la capacidad de reconocer caras, de ir en bicicleta o de nadar, sin saber explicar cómo se llevan a cabo estas actividades.

Rosenberg (Rosenberg 1982) describe el conocimiento tácito como “el conocimiento de técnicas, métodos y diseños que funcionan en determinadas situaciones y con determinadas consecuencia, incluso cuando no se sabe explicar porqué funcionan exactamente”.

Nonaka (Nonaka and Takeuchi 1991) va más allá, afirmando que “el conocimiento tácito es altamente personal y difícil de formalizar, y, por ello, difícil de comunicar a otros”, dividiendo este concepto en las dos dimensiones presentadas en el punto anterior: dimensión técnica (know-how) y dimensión cognitiva (creencias, ideas, valores que se dan por supuesto) (Nonaka and Konno 1998).

Grant (Grant 1997) define el conocimiento tácito como el que se manifiesta sólo a través de su aplicación y que no es fácil de transmitir.

Nonaka (Nonaka, Toyama et al. 2000) avanza un paso más planteando el modelo en espiral del conocimiento, en el que se refleja la creación y la evolución del conocimiento tácito. A través de las interacciones entre las personas de una organización el conocimiento puede (1) **Socializarse** (de conocimiento tácito a conocimiento tácito), (2)

Externalizarse (de conocimiento tácito a conocimiento explícito), (3) **Combinarse** (de conocimiento explícito a conocimiento explícito) y (4) **Internalizarse** (de conocimiento explícito a conocimiento tácito). Estos cuatro modos de conversión forman una espiral denominada proceso SECI.

Senker (Senker 1993) afirma que el componente tácito de la innovación puede sólo desarrollarse a través de experiencias prácticas (aprender haciendo) o mediante interacción personal con expertos que posean la experiencia y conocimientos.

A lo largo de esta tesis se analiza y desarrolla la transmisión del conocimiento (tanto en el campo universitario, para mejorar el aprendizaje, como en el campo de las organizaciones industriales) en sus dimensiones explícita y tácita, pero centrando una mayor atención en su aspecto tácito, por la dificultad que entraña su transmisión y puesta en común.

2.2. Problemática actual

Como punto de partida, se analizan los rasgos principales de la problemática actual, tanto en el ámbito universitario como en el de la industria referente al aprendizaje de conocimientos y la transmisión de estos. El análisis del ámbito universitario se lleva a cabo en el área de los estudios de ingeniería conjuntamente con el análisis de literatura actual sobre el tema (2.2.1); la explicación de la problemática actual en la industria se basa en el caso particular de una empresa del sector de la automoción (2.2.2). Los distintos experimentos e investigaciones realizados a lo largo de la tesis se han llevado a cabo en estos dos mismos ambientes analizados.

2.2.1. Problemática actual en el aprendizaje de la ingeniería

2.2.1.1. Proceso de aprendizaje habitual de los conceptos de ingeniería

El sistema de enseñanza actual de la ingeniería busca que el alumno sea capaz, una vez terminada la carrera, de entender los conceptos que se le planteen, tanto si ya los había estudiado durante la carrera como si son conceptos nuevos para él, aprenderlos en un plazo breve de tiempo y ser capaz de aplicarlos sin problemas. Esta finalidad se consigue de manera general, puesto que, a pesar de que se tiende a olvidar con el desuso los conocimientos adquiridos, sí que queda una estructura mental y un cierto poso que permite saber dónde ir a buscar la información necesaria y recordarla con facilidad.

Pretender que un ingeniero recuerde, transcurrido el tiempo, todos los conceptos que se le enseñaron y preguntaron durante la carrera es imposible. A pesar de ello, sí que deberían quedar unos cuantos conceptos básicos de cada materia formando parte de la manera de pensar y de actuar de esta persona.

En la enseñanza actual de la ingeniería, los alumnos adquieren los conocimientos de las distintas materias con la finalidad de demostrar que han aprendido una serie de conocimientos mínimos en uno o varios exámenes. Este sistema está basado en conseguir que el alumno llegue a obtener una serie de resultados correctos en varios problemas referentes a cada una de estas materias, demostrando un cierto dominio de estas.

En todo momento se busca la finalidad (el resultado correcto), sin tener en cuenta cuál es el esquema mental de los conceptos que estos alumnos han adquirido (el proceso mental seguido para llegar a estos resultados).

Transcurrido un cierto tiempo desde la superación de estos exámenes, sucede muy a menudo que, salvo aquellos puntos de algunas materias determinadas que se han seguido trabajando y mejorando los conocimientos ya adquiridos, se suele olvidar el resto de materias y muchas veces no se es capaz de recordar ni sus principios básicos (Gelb 1999).

Esto sucede porqué, entre otros aspectos, en el momento en que se estudiaron, no se fue capaz de crear una esquematización mental lo suficientemente buena para entender, profundamente, los distintos conceptos de estas materias y poderla enlazar con los esquemas mentales de los que ya se disponía o futuros esquemas que se crearán en un futuro.

Este hecho impide saber reconocer la necesidad de utilizar estos conceptos y procesos en nuevas situaciones que los requieran (Alevén and Koedinger 2002), y mucho menos ser capaces de crear analogías entre los problemas que se plantean y los conocimientos ya aprendidos.

2.2.1.2. Esquema mental de los conocimientos

La esquematización que cada uno realiza en su mente sobre un cierto conocimiento es básica para conseguir un buen aprendizaje y entendimiento profundo de la materia. Se puede ser capaz de aprender ciertos conocimientos para poder resolver problemas de un

tipo durante un tiempo, pero, si en este proceso de aprendizaje no se han creado esquemas suficientemente buenos, seguramente no se será capaz de recordarlos pasado un tiempo, ni de recurrir a ellos en caso de necesidad ante futuros problemas.

Según Guzmán (Guzmán 1994), es necesario que estas esquematizaciones mentales tengan una forma tal que se puedan relacionar con otros esquemas que ya se hayan creado con anterioridad o futuros esquemas que se crearán en un futuro. Estas asociaciones ayudarán a poder recurrir a ellos en cuanto se necesiten.

Desde pequeños hemos ido aprendiendo y creando, cada uno, nuestros propios esquemas. Pero, si se fuera capaz de comparar los esquemas creados por distintas personas con una educación parecida sobre un mismo tema, seguramente nos sorprenderíamos al ver las diferencias existentes entre ellos.¹ Norman (Norman 1982) afirma que existen grandes diferencias entre las imágenes mentales de los distintos individuos.

2.2.1.3. El papel de la reflexión en el aprendizaje de conocimientos en el estudio de la ingeniería

El proceso de aprendizaje habitual durante los estudios de ingeniería, es un proceso normalmente individual a partir de la información que se ha obtenido en clase o de libros y apuntes propios o de terceros. En algunas ocasiones, y según la naturaleza de la materia a estudiar, este estudio individual se lleva a cabo dentro de grupos en los que unos se preguntan las dudas a los otros. Ésta suele ser una interacción interesante en la que se resuelven dudas sobre cómo llevar a cabo la resolución de problemas, etc.

Debido a la gran cantidad de información a estudiar no se llega, la mayoría de las veces, a aprender claramente y en profundidad los conceptos básicos de la materia a estudiar.

¹ Como ejemplo personal recuerdo que, siendo pequeña (tendría aproximadamente 7 años), estando en clase, había estado realizando una serie de sumas que la maestra nos había mandado. Como ya había terminado, quise ayudar a un compañero de clase que se sentaba a mi lado. Ante una suma de $26 + 6$, mi compañero proseguía a sumar $6 + 6 = 12$ y luego le sumaba los veinte restantes. A mi, contrariamente, este sistema me resultaba mucho más complicado que pensar que, de 26 hasta 30 faltaban 4, y que entonces sólo me quedaban 2 de los seis por sumar. Cuando le quise explicar "mi sistema" a mi compañero creo que aún se lo complicó más, puesto que su esquema mental de realizar sumas de estas dimensiones era muy distinto al que yo tenía. Carpenter (1980) realizó un estudio entre niños en los primeros grados para resolver problemas de suma y resta y observó que habían algunos que utilizaban técnicas como la descomposición ($4 + 7 = (3 + 7) + 1$; $6 + 8 = (6 + 6) + 2$), la compensación ($4 + 9 = (4 + 10) - 1$); $6 + 8 = (6 + 1) + (8 - 1)$). Thornton (1978) realizó una serie de experimentos en niños de la misma edad para ver los efectos de explicarles a los niños este tipo de procedimientos. Se observó que los niños que habían estado en el grupo experimental obtenían rendimientos superiores. (Fuente: Mayer (1983))

Cada persona crea su propio esquema mental de los conceptos que debe estudiar, de manera que le sea fácil poder recurrir a ellos cuando les sea preguntado en un examen próximo. Si no existe una reflexión sobre estos conceptos y sus esquemas con cierta profundidad, seguramente, al cabo de algún tiempo los habrán olvidado. En cambio, si son capaces de reflexionar durante algún tiempo, y llegar a entender así mejor el concepto en sí, seguramente tardarán algo más en olvidarlo o incluso no lo olvidarán (ver teoría de la Auto-explicación del apartado 2.3.1.1).

Pero aún se puede avanzar un paso más en esta reflexión: la imagen mental que cada una de estas personas se habrá creado de los conceptos principales de cada asignatura será, en la mayoría de los casos, correcta, aunque distinta de la de sus compañeros (dependiendo de cómo haya aprendido los conceptos anteriores que ligan con el nuevo concepto, la manera propia de pensar de la persona, el tipo de razonamientos que lleve a cabo, etc.). Parece, pues, existir un potencial importante en la puesta en común de estos distintos esquemas mentales de estos conceptos básicos (si tenemos en cuenta que estos estudiantes de ingeniería están en un momento de su vida en el que, debido a los esfuerzos intelectuales a los que están acostumbrados y a la gran cantidad de conceptos que intentan aprender diariamente, los esquemas mentales que tendrán en sus cabezas sobre un concepto básico determinado serán interesantes).

2.2.2. La transmisión de conocimientos en la industria y su problemática actual

La situación actual de globalización obliga a las empresas a buscar aquellos medios que les permitan ser lo más eficaces posibles. Para ello, no sólo es necesario disponer de los recursos necesarios para sus actividades sino que es imprescindible poder sacar el máximo beneficio a ellos. Tal y como indica Frank (Frank 1999), actualmente el conocimiento, junto a la movilidad, son los dos factores productivos que se unen a los tres factores productivos clásicos (la tierra, el capital y la mano de obra). Éste se caracteriza por tener (o poder tener) un valor siempre creciente y, a diferencia de los anteriores, aumentar su valor al ser compartido (Knuf 2000).

Para que estas dos últimas características tengan sentido dentro del mundo de la industria, es imprescindible que se pongan medios para ello: conservar y ampliar el conocimiento global se conseguirá siempre y cuando haya una buena gestión de éste y se transmita y comparta entre las personas de la empresa (Ho, Chen et al. 2004); y éste no llegará a compartirse si no existe una metodología para ello y una cultura empresarial determinada (Gopalakrishnan and Santoro 2004) en la que se entienda la puesta en

común de conocimientos como un aumento de valor individual (y, por lo tanto, global). Bajo estas premisas, el conocimiento de la empresa no sólo aumentará durante un periodo de tiempo determinado por la vida laboral de sus empleados, sino que, gracias a la renovación generacional *escalonada* no disminuirá mientras sigan manteniéndose las prácticas de intercambio y transmisión de conocimientos.

En este punto se analiza la situación actual, en una gran empresa del sector de la automoción, en cuanto a la transmisión del conocimiento y la problemática asociada a ella.

2.2.2.1. Proceso de adquisición de conocimiento en la empresa

El proceso de adquisición de conocimientos es un proceso normalmente lento, basado en un aprendizaje teórico o práctico junto con una reflexión posterior que permita llegar a un entendimiento del fenómeno aprendido. Según Nonaka (Nonaka 1994), el conocimiento implica estructuras cognitivas que representan una realidad dada, y es la combinación entre conocimiento explícito y conocimiento tácito que genera nuevo conocimiento.

En el mundo de la empresa la adquisición de conocimientos se produce, en la mayoría de los casos, a partir de experiencias llevadas a cabo con éxito o fracaso en el día a día del trabajo diario. Éste no suele ser un aprendizaje ordenado sino que se produce de manera *forzada* al tener, cada individuo, que afrontarse a la resolución de una serie de problemas o situaciones a resolver frente a los cuales nunca se había afrontado anteriormente. Así pues, el aprendizaje que lleven a cabo cada una de estas personas dependerá de las situaciones y vivencias con las que se encuentren, pero también, y de manera determinante, de la propia manera de ser, así como de otras características propias como puede ser su actitud ante los problemas, su curiosidad, estructura mental, etc. (Frank 1999).

Puede definirse, pues, que el aprendizaje que va adquiriendo una persona en el día a día del trabajo depende, como mínimo, de los siguientes factores:

- las experiencias o problemas a los que se enfrenta
- la manera en la que se resuelve el problema
- las características propias de cada persona

Como ejemplo y a partir de la observación del área analizado, es habitual observar que dos personas distintas frente a una misma situación, e incluso haciendo la suposición de que lleguen a resolverla de la misma manera, únicamente por su propia manera distinta de ser, se fijan en distintos parámetros o llegan a conclusiones diferentes: el aprendizaje que extraen es, pues, distinto.

Si a este factor se le añade el hecho de que es muy posible que estas dos personas no resuelvan el problema de la misma manera, el resultado que cada una extrae es, aún, más diferente.

En el caso de que ambas hayan acabado resolviendo la situación dada, este éxito les hace sentir más seguras de sí mismas ante el tipo de problema planteado y tienden a pensar que su proceder es “el modo correcto de actuar” ante situaciones parecidas. Se han creado, pues, tantos “modos correctos de actuar” ante esta situación planteada como personas han conseguido un resultado exitoso en el proceso dado.

Pasados los años, cada una de las personas que forman una misma área y que, por lo tanto, se enfrentan a problemas parecidos durante su trabajo diario, habrán creado en su mente una manera propia de proceder, individual (Frank 1999), que les habrá permitido ir resolviendo el día a día.

2.2.2.2. Problemática de la situación actual: falta de comunicación entre el capital humano

Estructura del capital humano:

Dentro de la estructura la gran empresa analizada, existen dos tipos de personas diferenciados:

- *Personas experimentadas:* Personas incorporadas hace años, que han vivido gran cantidad de situaciones distintas dentro de la empresa. Normalmente entraron en la empresa muy jóvenes y se han ido formando en ella. Han adquirido su propio modo de entenderla, así como de las relaciones entre sus distintas áreas. Tienen ideas muy claras sobre en qué consiste y en qué no consiste su trabajo y cómo deben actuar frente a distintas situaciones. La mayoría poseen conocimientos técnicos interesantes que aplican durante su trabajo habitual para tomar decisiones. Muchas de ellas se jubilarán, por edad, en los próximos 7 – 15 años.

- *Personas recién incorporadas*: Son personas que han entrado en los últimos 5 años a la empresa, con formación universitaria técnica o superior. Aún no tienen una idea propia y determinada de entender la empresa y van conociendo las distintas áreas e intuyendo sus funciones a medida que, cuando el trabajo lo requiere, se van relacionando con ellas. Tienen una buena base para adquirir conceptos técnicos necesarios para el desarrollo habitual del trabajo pero los van descubriendo a medida que el trabajo diario les acerca a ellos. En los próximos 15 años serán las personas con más experiencia del departamento, debiendo dirigir sus actividades con éxito.

Normalmente esta diferenciación se observa en la mayoría de áreas.

Existe también una estructura adicional superior consistente en una subdivisión del área en grupos más pequeños o servicios dirigidos por una persona cada uno. Cada persona perteneciente a un grupo determinado tiene un trabajo definido e independiente del de sus compañeros de grupo, pero, las tareas que deben realizar son equivalentes.

El conocimiento individualizado del capital humano:

Conocimiento propio de las personas experimentadas:

Cada una de las personas con más experiencia tiene una manera de actuar distinta frente a la misma situación: sus conocimientos o estructuras mentales son unas determinadas que difieren de manera importante entre sí. Las características propias de cada persona hacen que las imágenes mentales de los distintos conceptos no sean las mismas. Por otro lado, las distintas experiencias vividas modifican aún más estas imágenes o esquemas mentales.

Este hecho se observa en el día a día del trabajo: frente a una misma situación distintas personas plantean la solución del problema de manera muy diferente, utilizando recursos distintos y llegando a conclusiones diferentes. También cambia el nivel de comunicación con las personas de otros departamentos afectadas (en el mismo momento o en un futuro) por el mismo problema o sus consecuencias, a las que consultarán para llegar a la solución óptima.

Se puede decir, pues, que el conocimiento de las *personas experimentadas* es un conocimiento *no compartido* dentro del propio área y la comunicación con las otras áreas

se limita a aquellos puntos que, según la propia percepción, pueda llegar a afectarles o creen que tienen que intervenir en la decisión final.

A parte de los conocimientos abundantes individuales de los que estas personas poseen, también tienen una serie de hábitos o maneras de proceder propias de la repetición o deformación a lo largo de su vida profesional.

Conocimiento propio de las personas recién incorporadas:

Las personas jóvenes con estudios universitarios tienen la capacidad de aprender de manera rápida y fácil y, adicionalmente, tienen una manera distinta de afrontar los problemas, puesto que la estructuración que les han aportado los estudios de ingeniería de su manera de pensar difiere del resto de personas. Por otro lado, la falta de experiencia de estas personas es un grado de dificultad que se les añade a su trabajo diario. Su manera de actuar dependerá de las ideas o conceptos que puedan ir aprendiendo de preguntar u observar a sus compañeros. El hecho de observar maneras de actuar y opiniones muy distintas entre ellos crea una cierta sensación de inseguridad. No conocen bien a qué personas deben acudir según los problemas o situaciones que les van surgiendo y nuevamente se guiarán por los consejos, a veces opuestos, de los compañeros de área a los que consulten. Su capacidad de discriminación lógica adquirida durante la universidad y las distintas experiencias que van viviendo les ayudan a tomar sus propias decisiones.

El hecho de tener estudios universitarios complica, en algunos casos, la comunicación con el personal más experimentado y sin estudios superiores. Ésta es una diferenciación que éstos últimos tienen normalmente presente.

Resumiendo, el conocimiento propio de las personas recién incorporadas en el área del trabajo diario se adquiere, pese a la completa base técnica de la que disponen, a partir de las situaciones diarias a la que se vayan encontrando y sin una guía clara en la que basarse. Tampoco en este caso es un conocimiento compartido por el resto de personas del área.

Con el paso del tiempo, estas personas irán volviéndose personas más o menos experimentadas con la manera de proceder propia del primer grupo. La diferencia básica con las primeras será la formación recibida: el primer grupo recibió una formación práctica dentro de la empresa iniciando su vida profesional en departamentos de producción o muy cercanos a ella que les dieron una visión técnica básica que les ayuda

a realizar sus tareas diarias. El segundo grupo, debido a su base técnica y teórica universitaria, acceden directamente a posiciones de cierta responsabilidad a las que al primer grupo les ha costado muchos años acceder. Debido a su formación universitaria no pasarán por las etapas previas de formación práctica en producción por las que habían pasado sus compañeros.

Como punto adicional cabe comentar una creencia habitual entre los distintos trabajadores: compartir los conocimientos implica una pérdida de poder frente a los otros compañeros. En general, existe una reticencia natural a evitar compartir los conocimientos propios e incluso a preguntar a los compañeros ante situaciones problemáticas (Ndlela and du Toit 2001). Esta hipotética pérdida de poder junto con el interés ya perdido en el trabajo de los compañeros debido al individualismo desarrollado durante años, dificulta, de manera importante, la transmisión de conocimientos entre las distintas personas y generaciones.

Jubilaciones – Pérdida de conocimiento de la empresa

Todo este sistema ha estado trabajando, con suficiente éxito para poder seguir adelante, durante muchos años. La experiencia de las distintas personas de cada grupo ha facilitado que éstas, a partir de sus propias ideas y manera de proceder y observando la evolución de los resultados en cada proyecto, hayan ido desarrollando un conocimiento de fondo propio e individual, válido para poder seguir actuando (aunque seguramente no de manera óptima).

Esos conocimientos propios que han ido adquiriendo estas personas (a partir de las experiencias personales y de su base práctica adquirida en los primeros años de experiencia profesional) les hacen conocedores únicos de una parte segmentada de los conocimientos propios del área; podríamos decir que forman una red, no interconectada, de los conocimientos del área (no desarrollados en su máxima potencialidad) y que no existe conocimiento de ésta fuera de ellos (exceptuando la visión que puedan tener los clientes de otras áreas que se relacionan con este área, siendo ésta una visión externa y sesgada).

La problemática es, pues, importante: no existe sólo un potencial no desarrollado de las funciones propias del área sino que, adicionalmente, este conocimiento está concentrado y dividido entre una serie de personas que, debido al proceso propio de la vida laboral, se jubilarán en un tiempo relativamente breve. Cuando llegue este momento todo este conocimiento dividido y “propiedad” de estas personas dejará de estar en la empresa,

con los problemas que esto supondrá, a no ser que exista una transmisión de conocimiento entre esas personas y las personas jóvenes, que poseen un potencial básico teórico suficiente ((Frank 1999),(Macintosh 1998)).

Relevo generacional

Llegada una nueva generación de personas al mismo departamento, la situación se repite: estas personas, sin una guía previa y clara (normalmente preguntando a alguno de los individuos del área que ya poseen sus métodos propios e individuales), inician sus tareas diarias de trabajo. A pesar de que esta nueva generación parte, en la mayoría de los casos, de una base teórica de estudios técnicos universitarios (que, por otro lado, les permitiría aprender con rapidez la sistemática y conocimientos propios del empleo), la situación de incertidumbre sobre cómo actuar ante la problemática del día a día es parecida a la que se enfrentaron sus compañeros años atrás, puesto que la situación real de la empresa es, casi siempre, muy distinta a lo estudiado con anterioridad en la universidad.

Tal y como sucedió con la generación mayor, este nuevo grupo de personas se enfrentan, sin direccionamiento claro y definido, al trabajo asignado. Empiezan, así, a crear sus propias ideas y metodologías individuales (a partir de la observación, imitación y práctica (Bolloju, Khalifa et al. 2002)) que les irán trayendo éxitos y fracasos de los que irán aprendiendo y modificando sus esquemas mentales. Nuevamente, conocimientos propios e individuales irán surgiendo sin ser compartidos entre los distintos miembros del área.

Todo y que el funcionamiento global de esta estructura puede ser correcto, el rendimiento que se obtiene de la gran cantidad de conocimientos adquiridos por este grupo de personas está muy lejos del que podría llegarse a conseguir. Adicionalmente, al ser los conocimientos individuales (o a lo sumo compartidos entre personas del grupo que, debido a su relación personal o incluso de amistad, hayan podido aconsejarse frente a situaciones de dudas o fracaso), se perderán en cuanto cada uno de estos individuos cambien de trabajo o se jubile.

Tiene sentido, pues, que surja la necesidad de mejorar la comunicación y transmisión de conocimientos entre las distintas personas de un área, con el fin de aumentar el rendimiento del conjunto global ((Bal and Foster 2000), (Bolloju, Khalifa et al. 2002), (Ho, Chen et al. 2004), (Ndlela and du Toit 2001)) y evitar la pérdida de conocimientos técnicos necesarios al marchar alguna persona del grupo.

Relaciones entre áreas – premisas mal definidas y cambiantes:

La eficiencia de un área dentro de la industria no se cuantifica únicamente por la ventaja frente a competidores, sino que, en algunos casos como el presentado, ésta resulta de satisfacer al máximo a los clientes directos con el mínimo de recursos y tiempo posibles. Para ello, un primer paso fundamental es entender a la perfección y con profundidad cuáles son los deseos de los clientes directos que deben satisfacerse (o áreas que van a recibir las consecuencias de trabajo propio).

Ésta no es una tarea fácil puesto que, como reflejo del área analizada, también las áreas relacionadas o áreas clientes tienen una estructura parecida: personal experimentado, con sus propias ideas individuales, y sin comunicación o transmisión de conocimientos entre ellos que facilite un concepto básico y unitario. Como consecuencia directa, las premisas básicas a cumplir no son claras ni unitarias, sino que difieren según la persona del área cliente con la que se deba tratar, según sus propias ideas y voluntades. Esta indefinición implica, muchas veces, que el listado de puntos a cumplir no sea constante en el tiempo sino que vayan añadiéndose deseos adicionales a medida que van surgiendo necesidades. Es, pues, un listado cambiante, normalmente incompleto y transmitido, únicamente, a una pequeña parte del ente ejecutor (a la persona con la que se relacionan).

Adicionalmente, en la mayoría de situaciones no existe únicamente un departamento cliente o receptor, sino que existirán varias áreas implicadas con intereses, muchas veces, contrapuestos.

Como resumen, los siguientes factores básicos influyen negativamente en el resultado del área, como consecuencia de la interacción con el área receptora o cliente:

- Desconocimiento de los deseos claros de los entes receptores:
 - Llegan de manera discontinua.
 - Dependen, en general, de la persona del ente receptor de la que se trate.
 - Se comunica parcialmente al área o ente ejecutor.
 - Cambian según al evolución del proyecto.
- Existen muchos entes receptores distintos con intereses diferentes.

Adicionalmente, se añaden los factores propios del mal funcionamiento dentro área:

- Directrices distintas entre distintos subgrupos del área, todo y realizar el mismo tipo de trabajo (debido a la manera propia de actuar de cada uno de los jefes de servicio o de grupo y a la falta de comunicación entre ellos).
- Manera propia de actuar de cada una de las distintas personas que participan en un mismo grupo.
- Falta de conocimientos, información y comunicación entre las personas del área.

Y, finalmente, debe tenerse en cuenta que, para toda actividad, hay:

- Recursos determinados y limitados para llevar a cabo el proyecto.
- Tiempo limitado.

Equipos de trabajo no interrelacionados:

La situación explicada en el punto anterior puede llegar a parecer irreal en el mundo empresarial actual en el que ya se conoce la necesidad de fomentar el trabajo en equipo frente a un trabajo individualizado, pero ambas no son incompatibles: es cierto que existe una necesidad y una realidad de trabajar en equipo para resolver los problemas del día a día y sin las cuales sería difícil que éstos se llegaran a solucionar, pero es importante resaltar que estos equipos de trabajo son, en casi todos los casos, equipos formados entre personas de departamentos distintos.

Así pues, las experiencias y aprendizaje resultado del trabajo desarrollado por uno de estos equipos interdepartamentales, en el que participa una única persona de cada área, no son compartidos dentro de su propia área. En paralelo, otros miembros de la misma área formarán parte de otros equipos de trabajo con personas de otros departamentos con el fin de resolver problemas similares, sin conocer, para ello, las experiencias, conocimientos, posibles errores, etc. que han llevado a cabo los otros equipos. No existe, pues, ningún tipo de transmisión de conocimientos ni experiencias entre personas que llevan a cabo el mismo tipo de tareas.

Tal y como se ha representado en la Figura 1, puede decirse que existe una comunicación (que no una transmisión de conocimientos) entre personas de distintas áreas para solucionar los problemas que surgen en el día a día (trabajo en equipo

(flechas verdes en la Figura 1)) mientras que, en la otra dirección, no existe comunicación (ni, por lo tanto, transmisión de conocimientos) entre las personas de un mismo área (flechas rojas).

Parece, pues, que existe una posibilidad importante de mejora del rendimiento global, no sólo mejorando el entendimiento entre personas de un mismo equipo de trabajo (consiguiendo pasar de la comunicación en caso de necesidad, a la transmisión e intercambio de conocimientos) sino fomentando la comunicación y transmisión de conocimientos entre personas de un mismo departamento (aspecto fundamental de mejora del rendimiento global, consiguiendo que exista un intercambio de conocimientos o esquemas mentales acerca del trabajo diario entre las distintas personas que deben realizar el mismo tipo de tareas y que deben tener los mismos objetivos generales).



Figura 1 – Equipos de trabajo no interrelacionados

2.2.2.3. Puntos de mejora / potenciales identificados

Analizando los problemas explicados en el punto 2.2.2.2, el resultado obtenido es el siguiente:

- Puntos a resaltar de la observación del trabajo diario dentro del área:
 - No existe un conocimiento óptimo global, sino un conocimiento individual no compartido entre las distintas personas del área.
 - Como consecuencia, no se aprovecha el potencial resultante de combinar o poner en común los conocimientos individuales y los distintos puntos de vista de los diferentes individuos.
 - Personal con una capacidad importante (personal joven con estudios universitarios) va aprendiendo los conocimientos necesarios para el trabajo diario a través de un proceso individual y lento. No se aprovecha el potencial que estas personas poseen.
 - La estructuración mental y nuevos puntos de vista de las personas jóvenes recién incorporadas no se utiliza para mejorar o complementar los puntos de vista y conocimientos de las personas más experimentadas.
 - Al no existir una transmisión de conocimientos entre las distintas personas del área, el conocimiento propio adquirido con los años por cada persona se perderá en cuanto esta persona se jubile o cambie de trabajo.

La falta de comunicación y de transmisión de conocimientos es el punto en común a todos estos problemas de funcionamiento encontrados en el día a día del área analizada.

Si se analizan aquellos aspectos problemáticos de la relación de éste área con los departamentos clientes o receptores de su trabajo pueden concluirse las necesidades siguientes:

- Necesidades resultantes de la comunicación con otras áreas receptoras:
 - Saber discernir entre cuáles son premisas básicas a cumplir y cuales son premisas deseables a cumplir si los recursos de los que se disponen lo permiten (y si existe aumento de rentabilidad del conjunto). Este punto es muy importante con el fin de poder aumentar la eficiencia del área y, por lo tanto, de la empresa, puesto que muchas veces se tiende a satisfacer a todos los deseos de los clientes, pero sin conseguir, con ello, una mejora significativa en los resultados de estas áreas receptoras.

- Conocer los recursos de los que se disponen y la manera de utilizarlos.
- Buscar las soluciones más económicas y que cumplan con las premisas básicas anteriores.
- Establecer cómo poder resolver los intereses contrapuestos de las distintas áreas a partir de los proyectos llevados a cabo por todas las personas del área así como ideas de mejora conjuntas según los resultados obtenidos en ellos.

Nuevamente, para poder llevar a cabo estos puntos citados será necesaria una buena comunicación y transmisión de conocimientos entre el personal del área (para poder comparar experiencias, medidas y resultados en distintos proyectos), así como mejorar la comunicación y transmisión de conocimientos entre el personal del área y el personal de otros departamentos relacionados.

2.2.2.4. ¿Cómo fomentar la transmisión del conocimiento en la industria?

2.2.2.4.1. Objetivo global

De los puntos anteriores se concluye la necesidad de mejorar la comunicación y la transmisión y el intercambio de conocimientos, sobretudo, entre las personas de un mismo área, a pesar de que, en su trabajo diario, no deban, obligatoriamente, interactuar para poderlo llevar a cabo (según Reagans and McEvily (Reagans and McEvily 2003) la cohesión social afecta el deseo y motivación de los individuos a invertir tiempo, energía y esfuerzo en compartir sus conocimientos). Según el análisis realizado, esta interacción puede beneficiar, de manera importante, el funcionamiento global de las distintas tareas propias del departamento y su relación con otras áreas. El objetivo válido sería, pues, conseguir que estas personas lleven a cabo este proceso de manera natural y por propia voluntad, a partir de una metodología preestablecida.

2.2.2.4.2. El porqué de la necesidad de una metodología

Existencia de metodologías en el trabajo habitual:

Tal y como se ha visto al analizar las características propias del personal, el hecho de compartir los conocimientos propios es visto, en la mayoría de los casos, como una pérdida de poder (Ndlela and du Toit 2001). Un conocimiento específico sobre un tema le otorga, a la persona que lo posee, la posibilidad de destacar frente a los demás y de

poder resolver alguna situación problemática con más facilidad que el resto de la gente.

Adicionalmente, sobretodo las personas más experimentadas, están acostumbradas a distinguir qué actividades les pueden aportar algún beneficio en su trabajo frente a las que no, tendiendo a realizar, si es posible, únicamente las primeras.

A pesar de ello, existen tareas que deben llevarse a cabo para el cumplimiento del proceso a pesar de no pertenecer a este grupo: en estos casos, con el fin de que todas las personas implicadas las lleven a cabo, se han definido unas metodologías muy específicas y claras en las que se indica qué debe realizarse, cuando, quién y cómo, existiendo un control exterior posterior para comprobar que esto haya sido así.

Necesidad de una metodología:

En el caso analizado, parecería tener sentido el poder llegar a que las distintas personas del área entendieran y vieran el intercambio y transmisión de conocimientos como una herramienta buena que les aportara beneficio personal para su trabajo diario.

Pero ésta no es, con toda certeza, una idea que puedan aceptar rápidamente, viendo esta herramienta como útil desde un inicio, sino que, en cualquier caso, este puede llegar a ser un proceso lento de auto-convencimiento: en un inicio, el uso de una metodología específica puede verse como una tarea adicional a su trabajo normal, que les obligue a explicar sus propios conocimientos a otras personas, perdiendo, así, el poder que creen tener, con la consecuente pérdida de tiempo y de esfuerzo. Sólo la obtención de resultados satisfactorios les puede hacer cambiar de opinión. Poder llegar a realizar intercambio y transferencia de conocimientos de manera natural y sin existir una petición o control externo podría ser un objetivo deseable en un ámbito como el analizado.

Así pues, parece necesario que, en situaciones como las planeadas, se establezca una metodología que defina en qué consiste este intercambio y transmisión de conocimientos y cómo debe llevarse a cabo, permitiendo iniciar este proceso de experimentación y auto-análisis de los resultados obtenidos por parte de las distintas personas de un área, para que todas ellas puedan experimentar los resultados obtenidos a través de su aplicación y el posible beneficio.

En el siguiente punto de este capítulo de antecedentes se presenta el estado del arte en cuanto a las metodologías existentes en el ámbito de la transmisión de conocimientos y la mejora del aprendizaje.

2.3. Metodologías existentes en el ámbito de la mejora del aprendizaje / adquisición y transmisión del conocimiento:

Trasmitir un conocimiento es, en cierto modo, para la persona que lo *recibe*, un proceso de aprendizaje. Es por esta razón que estos dos conceptos (aprendizaje y adquisición / transmisión de conocimientos) se tratan en paralelo y conjuntamente a lo largo de toda la tesis.

2.3.1. Metodologías para facilitar el aprendizaje

Existen, gran cantidad de metodologías *didácticas* que buscan la transmisión de conocimientos profesor-alumno. Un ejemplo de ello es el *Aprendizaje cooperativo* (procedimientos de enseñanza que parten de la organización de la clase en pequeños grupos mixtos y heterogéneos donde los alumnos trabajan conjuntamente de forma coordinada entre sí para resolver tareas académicas y profundizar en su propio aprendizaje, en la que los objetivos de los alumnos se hallan estrechamente vinculados, de tal manera que cada uno de ellos "sólo puede alcanzar sus objetivos si y sólo si los demás consiguen alcanzar los suyos" (Johnson, Johnson et al. 1999).

El foco de esta tesis no está, sin embargo, centrado en las técnicas para mejorar la *enseñanza*, sino centradas en el proceso de *aprendizaje* en sí.

En la literatura pueden encontrarse múltiples metodologías y sistemáticas que tienen como objetivo el facilitar el aprendizaje de conceptos. En este punto se ha querido destacar la metodología de la *Auto-explicación* (Chi, Bassok et al. 1989), basada en el beneficio obtenido a partir de la verbalización de lo que cada persona entiende de los conceptos que va aprendiendo. Como se presenta más adelante (3.1) esta metodología ha sido tomada como punto de partida para el desarrollo de esta tesis. Sus características principales se detallan en la primera parte de esta sección.

Otra metodología importante en el ámbito del aprendizaje, sobretodo profesional, es la *Práctica Reflexiva* (Reflective Practicum, RP) propuesta por Schön. Los principios básicos de esta teoría pueden encontrarse en la segunda parte de este apartado.

2.3.1.1. *Auto-explicación*: Beneficio de la verbalización de los esquemas mentales

Existen múltiples estudios en los que se analizan las mejoras en el aprendizaje a partir de utilizar ciertas metodologías para fomentarlo. Una línea de investigación muy

interesante en la que se han obtenido resultados satisfactorios es la de la *Auto-explicación* o verbalización de los esquemas mentales.

Existen investigaciones recientes sobre los efectos de la verbalización de los esquemas mentales. En particular, se ha estudiado los efectos de la auto-explicación en el aprendizaje.

Según Chi, (Chi, Bassok et al. 1989), los estudiantes desarrollan un entendimiento más profundo del material de estudio si llevan a cabo explicaciones a si mismos durante el estudio. Según esta investigación, los estudiantes que espontáneamente se auto-explican más, obtienen más del doble de puntuación en un post-test respecto a aquellos que se han auto-explicado poco (habiendo obtenido puntuaciones parecidas en el pre-test).

Los efectos de la auto-explicación han sido estudiados, también, utilizando un computador como estímulo para la auto-explicación (Aleven and Koedinger 2002), mediante un programa especial desarrollado para esta finalidad (Cognitive Tutor). Como resultado de esta investigación, los estudiantes que han utilizado este tutor para auto-explicar sus razonamientos mientras estudiaban han obtenido un entendimiento más profundo que aquellos que no han explicado los pasos que iban siguiendo. Mediante este método, los estudiantes obtienen un conocimiento más integrado (verbal y mental), siendo capaces de reflexionar y obtienen menos conocimientos superficiales de los procedimientos. También se observan beneficios en el proceso de resolución de problemas durante el aprendizaje. Según Aleven y Koedinger (Aleven and Koedinger 2002), no todos los estudiantes tienen las mismas capacidad de auto-explicarse. De este modo, mediante un ordenador-tutor, pretenden poder suplir esta menor capacidad de auto-explicación espontánea. Queda aún abierta la cuestión de si los estudiantes aprenden más cuando se explican con sus propias palabras o cuando trabajan con un ordenador-tutor. En este estudio también se apunta un mejor proceso de aprendizaje si los alumnos no sólo se auto-explican sino que también reciben un feedback de un tutor.

Un estudio posterior (Ainsworth and Loizou 2003) analiza si existen diferencias entre alumnos que lleven a cabo la técnica de la auto-explicación a partir del estudio de texto y aquellos que se auto-expliquen lo que aprenden de dibujos y diagramas. El resultado de esta investigación muestra una eficiencia mayor de aquellos alumnos que han aprendido la materia a partir de diagramas que se han auto-explicado (a pesar de que en ambos casos, texto y diagramas, se obtienen mejores resultados que sin existencia de la auto-explicación).

Otra técnica de facilitación del aprendizaje estudiada es la de los *mapas conceptuales* (*Mind maps*). Los mapas conceptuales son representaciones del conocimiento personal, formada por conceptos y relaciones. Según McAleese (McAleese 1994), los mapas conceptuales son una forma de autocontrol. Permiten llegar a un determinado estado de conciencia y reflexión. El proceso general de realización de un mapa conceptual es el siguiente: *toma de conciencia* (pensar acerca de algún concepto), *representación* (se han desarrollado herramientas informáticas como soporte para la elaboración de mapas conceptuales ((Kozama 1987);(Fisher 1990)), *visualización* (esta fase se retroalimenta con la de *representación*), *comprobación* (esta fase permite analizar el mapa conceptual tanto individualmente como compararlo con terceras personas), *resolución* (en el caso de que se hayan producido conflictos) y *confirmación* (comprobar que no existan inconsistencias entre la forma gráfica y mental).

Según Oxman (Oxman 2003), los mapas conceptuales reflejan lo que piensa una persona en un cierto campo, haciendo explícito lo que se ha aprendido. Esta persona puede construir representaciones de los conceptos y las relaciones entre ellos. En el artículo de Oxman (Oxman 2003), se propone el uso de una herramienta computacional para el desarrollo de mapas conceptuales y su organización y archivo para futuras consultas.

También existen opiniones contrarias a estas técnicas: según Marín (Marin 1999) los mapas conceptuales no aportan nada nuevo a las técnicas didácticas respecto a los organigramas y esquemas gráficos que ya se hacían para estructurar y secuenciar los contenidos académicos.

2.3.1.2. El aprendizaje profesional: la Práctica Reflexiva (Reflective Practice) planteada por Schön:

Existen distintas teorías sobre el aprendizaje en el ámbito profesional. Frente a los métodos tradicionales de enseñanza de los profesionales de manera teórica en las universidades (acercamiento *racional* al aprendizaje: aprendizaje teórico de ciencias básica, aprendizaje posterior de ciencia aplicada, previo a la aplicación de estos conocimientos a problemas reales), Dewey (Dewey 1933) y posteriormente Schön (Schön 1983) proponen que los profesionales aprendan mediante la práctica: Dewey propone que el conocimiento se adquiere a través de la reflexión sobre una acción después de que ésta se ha llevado a cabo (*reflection-on-action*), mientras que Schön propone la reflexión-en-acción (*reflection-in-action*).

La Práctica Reflexiva propuesta por Schön (Schön 1983) está orientada a la enseñanza y el aprendizaje de profesionales, tanto en el ámbito universitario en el que se prepara a los estudiantes para ejercer como profesionales, como en el ámbito de la industria, como formación de los aprendices o profesionales noveles para ejercer en casos reales.

Está basada en el modo de actuar de los profesionales frente a situaciones, cada vez más frecuentes en el día a día actual, de carácter único, incertidumbre, inestabilidad, complejidad o conflicto de valores.

Schön analiza el comportamiento de distintos profesionales durante el ejercicio de su profesión, detectando, en múltiples casos y distintas profesiones, un comportamiento de reflexión sobre la acción que ellos están realizando mientras ésta ocurre (lo que él denomina acción-presente). Esta reflexión se lleva a cabo normalmente frente a una situación de sorpresa, al encontrar parámetros o comportamientos no esperados según el conocimiento previo que estos profesionales poseen (conocimiento-en-acción). A partir de esta reflexión, el profesional actúa, realizando pruebas o experimentos que le llevarán a obtener más información que, a su vez, le lleve a una nueva reflexión y experimento o bien a corroborar el resultado de su reflexión. A través de esta reflexión-en-acción, el profesional modificará su conocimiento-en-acción.

Schön distingue tres modos distintos de adquirir el conocimiento-en-acción: el auto-aprendizaje, el aprendizaje en un contexto real y el aprendizaje a través de la práctica o contexto virtual, en el que la persona que está aprendiendo es supervisada por otra persona más experimentada que lo “entrena” en solucionar problemas de su ámbito profesional mediante la práctica y la reflexión. A través de esta práctica, la persona menos experimentada va construyendo sus propias experiencias que le van a permitir reflexionar-en-acción de modo independiente.

La propuesta de Schön, pues, consiste en enseñar a los estudiantes y profesionales noveles a través de la reflexión-en-acción llevada a cabo en un ambiente controlado, virtual, pero parecido a la realidad (denominado Reflective Practicum), mediante la reflexión-en-acción y guiados por un profesional experimentado o tutor. De este modo se pretende que estos estudiantes / profesionales noveles aprendan los conocimientos propios de la profesión aplicada (conocimiento-en-acción) a la vez que aprenden a reflexionar-en-acción. Esta capacidad les permitirá enfrentarse, en un futuro, a situaciones reales que presenten un carácter único, incertidumbre, inestabilidad, complejidad o conflicto de valores.

La Práctica Reflexiva se basa en la reflexión-en-acción: el profesional debe aprender a pensar en lo que está realizando mientras lo lleva a cabo (think on their feet), de manera que, frente a resultados obtenidos distintos a los esperados según los conocimientos previos adquiridos a través de la experiencia, sea capaz de analizar la situación, reflexionar sobre ella, experimentar en la propia acción y llegar a entender, de este modo, el fenómeno observado.

El proceso “teórico” de Reflexión-en-acción es:

- I. Respuesta espontánea y rutinaria a una acción.
- II. Sorpresa, como resultado inesperado que no corresponde a nuestro conocimiento en acción.
- III. La sorpresa induce a una reflexión dentro de la acción-presente.
- IV. La reflexión en la acción posee una función crítica y pone en cuestión la estructura de suposición del conocimiento en la acción.

Las características principales de esta teoría son:

Aprendizaje frente a una situación de sorpresa:

Según la observación llevada a cabo por Schön del modo de actuar de los profesionales, éstos han adquirido e interiorizado un modo de actuar que llega a ser espontáneo y rutinario frente a las acciones diarias, con excepción de aquellas situaciones en las que, sorprendentemente, el resultado obtenido sale fuera de los parámetros entendidos como acordes con el conocimiento previo adquirido y experimentado durante el ejercicio de su profesión. En aquellos casos en los que los resultados no son los esperados, un buen profesional se da cuenta de ello e inicia un proceso de reflexión.

Reflexión individual:

En la práctica reflexiva llevada a cabo por los profesionales, éstos suelen reflexionar individualmente sobre los aspectos de sorpresa con los que se han encontrado. En aquellas situaciones de enseñanza de la práctica reflexiva y formación de profesionales, esta reflexión se lleva a cabo con la ayuda de un tutor o profesional experimentado que la guía. A pesar de poder existir una reflexión conjunta entre alumno / tutor, es posible que haya una coacción por parte del alumno por darse por hecho que el tutor posee los conocimientos correctos.

En la literatura es también posible encontrar aplicaciones de la Práctica Reflexiva en grupo (en grupos de diseño), siendo ésta una extensión de la práctica reflexiva propuesta por Schön.

Análisis de situaciones virtuales (Reflective Practicum):

La propuesta de Schön para la formación de profesionales, tanto en el ámbito universitario como en el de las organizaciones empresariales, implica la participación en sesiones virtuales parecidas a las que podrían encontrarse en el ejercicio profesional real. En estas sesiones los estudiantes o profesionales noveles son guiados por tutores que les ayudan a aprender los conceptos de la profesión a través de la práctica. A través de esta práctica y la reflexión llevada a cabo con los profesores, los aprendices van entrando en el “arte” de la profesión y, a su vez, aprendiendo a reflexionar-en-acción.

Feedback generado por un tutor:

En la Práctica Reflexiva existe un diálogo aprendiz / tutor muy importante. Con este proceso se genera el feedback necesario que comporta el proceso de reflexión por parte del alumno (y, en ocasiones, del tutor).

Actitud necesaria (disposición a la confiabilidad):

Tal y como se ha comentado anteriormente, el estudiante o profesional novel que participa en un Reflective Practicum aprende el “arte” de la profesión a partir de la práctica que lleva a cabo bajo la supervisión y diálogo de reflexión con un tutor (profesional experimentado). El alumno debe empezar a actuar sin conocer exactamente qué va a hacer ni cómo lo va a llevar a cabo, y será, a través de esta actuación, que lo irá aprendiendo. Una disposición muy fuerte a la confiabilidad (no incredulidad), dejándose guiar y confiando en su tutor será totalmente necesaria para poder participar en este proceso de aprendizaje. Esta actitud puede ser difícil de conseguir, sobretodo en aprendices que ya poseen conocimientos previos anteriores.

Tipo de conocimiento transmitido: conocimiento explícito y tácito:

Como se ha explicado anteriormente, la aplicación de la Práctica Reflexiva a través de un Reflective Practicum intenta poder transmitir el “arte” de la profesión que se está intentando aprender. Este “arte” implica, en gran medida, conocimientos tácitos que sólo se pueden llegar a interiorizar a partir de la práctica y de las experiencias vividas. Por

otro lado, analizando los ejemplos que presenta Schön en sus libros, se observa que, dentro del diálogo aprendiz / tutor, existen también explicaciones de conocimientos explícitos que le sirven al tutor para mostrar aspectos básicos de la profesión que fácilmente podrían encontrarse en explicaciones teóricas acerca de esta. Diremos pues que, a pesar de intentarse transmitir mayoritariamente conocimientos tácitos, también se transmiten conocimientos explícitos.

Tiempo necesario para su aplicación:

El tiempo necesario para aplicar una cierta metodología es un factor muchas veces decisivo para su éxito o fracaso. En el mundo empresarial, por ejemplo, sólo se invertirá una cantidad de tiempo importante en una metodología si se obtiene un rendimiento claro con su aplicación. En el campo universitario, dependerá de la estructura curricular y del tiempo necesario para obtener los objetivos marcados.

La realización de Practicums Reflexivos implica un tiempo elevado a través del cual se pueden obtener conocimientos importantes de una profesión. Existen en la literatura ejemplos de programas universitarios que están orientados hacia una práctica reflexiva. Encontrar ejemplos de su aplicación en la formación de profesionales noveles en el ámbito industrial no es sencillo. A pesar de ello, sí que existen múltiples ejemplos de profesionales experimentados que actúan según la Práctica Reflexiva a pesar de no participar en Practicums propiamente dichos.

Limitaciones:

La teoría de Schön ha sido ampliamente analizada y estudiada, habiendo en la literatura referencias tanto positivas como referencias que presentan problemas encontrados en su aplicación. En este capítulo, nos hemos centrado en el análisis de las limitaciones presentadas por el mismo Schön en su literatura.

La falta de disposición, sobretodo por parte del estudiante / aprendiz, es una de las situaciones que limita claramente la aplicación del Reflective Practicum. El estudiante debe dejarse guiar, todo y no conocer el objetivo claro de sus acciones. Esta sensación de practicar sin un rumbo claro puede ser una tarea complicada que no todas las personas puedan llevar a cabo. La confianza en el tutor será también un punto clave en esta acción.

Los conocimientos previos adquiridos por los estudiantes / profesionales noveles también pueden suponer un límite a la aplicación del Reflective Practicum. Con el fin de

dejarse llevar y reflexionar-en-acción acerca de la práctica que están llevando a cabo, será necesario que se deshagan de las ataduras previas que pueden dificultarles la aplicación de esta metodología.

Por otro lado, la reflexión-en-acción puede entenderse como una actividad paralizante de la propia acción, en la que el profesional debe pararse a pensar qué está haciendo. Schön explica y justifica con ejemplos la no implicación de dejar de realizar la acción para poder reflexionar-en-acción.

Finalmente, el autor plantea como limitación a la reflexión-en-acción el no fijar correctamente el centro de la reflexión que se ha de llevar a cabo, poniendo un ejemplo en el que el profesional “reflexiona sobre las estrategias mediante las que trata de crear en los demás las impresiones deseadas, pero no reflexiona sobre la estructuración del papel que ha de ejercer, la fijación del problema o la teoría de la acción que le guía para tratar de crear una impresión antes que otra” (Schön 1983).

2.3.2. Teorías sobre el proceso de adquisición de conocimientos

El proceso de aprendizaje o de adquisición de conocimientos ha sido y sigue siendo objeto de estudio, especialmente en el campo de la psicología. Encontramos numerosos estudios en este campo relativos a la capacidad y proceso de aprendizaje en distintos ámbitos.

En este punto se explican la línea general de las tendencias actuales dentro de la psicología relativas al campo de adquisición del conocimiento y las teorías del aprendizaje. Con el fin de conocer con más profundidad cuáles son las líneas de investigación y cuál está siendo su desarrollo, se ha contactado el departamento de Psicología Básica de la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona.

A pesar de ello, debemos tener en cuenta que, el objetivo en esta investigación será el de validar, experimentalmente, si existe alguna diferencia significativa en el resultado de la adquisición de conocimientos de ingeniería, al llevar a cabo una cierta metodología propuesta (capítulo 3). Se pretende analizar, pues, el resultado, y no el conocer con exactitud cuál es el proceso mental llevado a cabo.

2.3.2.1. Tendencias actuales dentro de la psicología - Corrientes generales del pensamiento

Durante el siglo XX, dos corrientes del pensamiento han tenido una influencia importante sobre la Psicología del Aprendizaje: el *conductismo* y la *psicología cognitiva*.

El conductismo se basa en los estudios del aprendizaje mediante condicionamiento, suponiendo que no existe ningún proceso mental superior que procese este conocimiento. Se basa pues en pensar que el conocimiento se alcanza únicamente mediante una asociación de ideas (mediante una conducta estímulo-respuesta), sin existir procesos mentales que construyan una información. Defiende, pues, que la imagen de la mente es una copia de la realidad.

A mitades de siglo, a partir del desarrollo de la tecnología de la informática, surge la psicología cognitiva, basada en la metáfora del ordenador: se realiza una analogía entre el ordenador y la mente, y el ser humano es visto como un procesador de información. Se empiezan a estudiar procesos mentales que el conductismo marginaba como la atención, la memoria, la percepción, las pautas de reconocimiento y el uso del lenguaje en el proceso de aprendizaje. Esta es, pues, una corriente constructivista: el ser humano adquiere conocimiento mediante un proceso de construcción individual y subjetiva, de manera que la percepción del mundo está determinada por las expectativas del sujeto.

El enfoque de la psicología cognitiva es el más conocido para el estudio de los procesos mentales superiores, como la formación de conceptos y la resolución de problemas. La metáfora computacional compara las operaciones mentales con las informáticas, estudiando cómo se codifica la información, como se transforma, almacena, recupera y se transmite al exterior, como si el ser humano estuviera diseñado de modo semejante a un ordenador. A pesar de que este enfoque ha servido, en el campo de la psicología, para sugerir modelos explicativos del pensamiento humano y de la resolución de problemas en situaciones muy definidas, se ha demostrado que es difícil establecer modelos más generales del funcionamiento de la mente humana siguiendo estos modelos informáticos.

2.3.2.2. Tendencias actuales dentro de la psicología - Teorías del aprendizaje

Las teorías del aprendizaje tratan de explicar como los sujetos acceden al conocimiento, centrandose su objeto de estudio en la adquisición de destrezas y habilidades, en el razonamiento y en la adquisición de conceptos. Los conceptos sirven para limitar el aprendizaje, reduciendo la complejidad del entorno, para identificar objetos, para ordenar y clasificar la realidad, y permiten predecir lo que va a ocurrir.

Existen dos vías formadoras de conceptos: mediante el desarrollo de asociaciones

(empirista, conductivista)² y mediante la reconstrucción (corriente europea; se apoya en la teoría de Piaget (explica la forma en que los sujetos construyen el conocimiento teniendo en cuenta el desarrollo cognitivo. Los conceptos no se aprenden, sino que se construyen y se van internalizando)). Dentro de esta segunda vía está las Teorías Computacionales (basadas en el principio de la metáfora del ordenador). Según Pozo (Pozo 1994), destacan, dentro de este segundo camino, la teoría ACT (Adaptive Control of Thought) de Anderson (Anderson 1982), la teoría de los esquemas (Rumelhart and Norman 1978) y la teoría de la inducción pragmática (Holland, Halyoak et al. 1986).

Los principios básicos de estas tres teorías principales englobadas dentro de las teorías computacionales son los siguientes:

Según Anderson (Anderson 1982), el ACT es un sistema de procesamiento compuesto por: una memoria declarativa, que contiene conocimientos descriptivos sobre el mundo (“saber qué”) y está formada por unidades cognitivas (nodos) y relaciones entre ellas (eslabones) y una memoria de producciones o procedural, que contiene información para la ejecución de destrezas (“saber cómo”). Todo aprendizaje comienza con una fase declarativa o interpretativa. El segundo estadio del aprendizaje es la compilación o transformación del conocimiento declarativo en procedural, y llega con la automatización del conocimiento. Finalmente, existe una fase de ajuste del proceso, que es consecuencia de la práctica, y que construye el tercer estadio del aprendizaje.

En la teoría de Rumelhart y Norman (Rumelhart and Norman 1978), la teoría de los esquemas, éstos representan paquetes de información genérica (son representaciones prototípicas de los conceptos) y pueden ser tanto declarativos como procedurales.

Las fases de aprendizaje según esta teoría son la agregación o crecimiento (adición de nuevos conocimientos a los esquemas de memoria existentes; el marco existe pero se añaden nuevos datos; la agregación es la forma más común de aprendizaje), la estructuración (formación de nuevas estructuras conceptuales o nuevas formas de concebir las cosas; los esquemas existentes no bastan, debiendo formarse otros nuevos) y el ajuste (acoplamiento sutil del conocimiento a la tarea; existen esquemas adecuados y contienen el conocimiento apropiado, pero no alcanzan su propósito de modo eficiente, ya sea porque son demasiado generales o porque no se corresponden de modo exacto

² Dentro de la corriente del conductismo se pueden encontrar la teoría del condicionamiento clásico de Pávlov (los estímulos simultáneos llegan a evocar respuestas semejantes, aunque tal respuesta fuera evocada en principio sólo por uno de ellos) y la teoría del condicionamiento instrumental u operante de Skinner.

con el uso particular que se requiere de ellos, de modo que es preciso ajustar el conocimiento, adaptarlo continuamente a la tarea). Según Rumelhart y Norman (Rumelhart and Norman 1978), la agregación, la estructuración y el ajuste coexisten e interactúan durante todo el ciclo de aprendizaje, y la acumulación de conocimiento acabará produciendo una reestructuración de los esquemas.

Dentro de esta teoría, existen dos líneas fundamentales de investigación respecto a cómo se almacena la información: la *representación proposicional* y la *representación mediante el empleo de imágenes mentales*. La primera se basa en el estudio de *redes semánticas* (descripción del proceso de razonamiento consistente en una representación de las relaciones entre los conceptos y los acontecimientos de un sistema de memoria) y *esquemas* (bloques de información o conjunto organizado de conocimiento). La segunda se basa en el almacenamiento de la información mediante imágenes. Norman (Norman 1982) defiende la combinación de ambas teorías (una representación proposicional de la información completada por imágenes locales).

Finalmente, la teoría del aprendizaje de Holland, Halyoak et al. (Holland, Halyoak et al. 1986), la teoría pragmática de la inducción, sostiene que el conocimiento está representado mediante modelos mentales, compuestos por una serie de reglas. Estos modelos mentales son representaciones dinámicas (frente a las representaciones estables que eran los esquemas de Rumelhart and Norman (Rumelhart and Norman 1978) y estarán determinadas por un conjunto de reglas que se activan simultáneamente. El proceso de aprendizaje se divide en tres tareas básicas: evaluar y perfeccionar las reglas disponibles, generar nuevas reglas y formar asociaciones de reglas con el fin de crear estructuras de conocimiento más amplias (la definición de estas tres fases es parecida a las tres fases del aprendizaje de la teoría de los esquemas).

Ligado a este concepto dinámico de los esquemas mentales, investigaciones recientes en el campo de la neurociencia han demostrado la existencia de *plasticidad neuronal*, referida a la capacidad del sistema nervioso de remodelar los contactos entre neuronas y la eficacia de la sinapsis, sufriendo una remodelación permanente en función de la experiencia vivida (*plasticidad adaptativa*). Estos cambios ocurren en procesos como el aprendizaje y la memoria. El cerebro es considerado, entonces, como un órgano extremadamente dinámico en permanente relación con el medio ambiente, por un lado, y con los hechos psíquicos o los actos de la persona, por otro. (Magistretti and Ansermet 2006).

2.3.2.3. Estructuración de la mente

Sea cual sea la manera como se almacena la información en la mente, es imprescindible que esta información esté estructurada de manera que se sea capaz de recurrir a ella en cuanto se necesite. Según Guzmán (Guzmán 1994), el conocimiento bien estructurado facilita la asimilación, memorización e integración de conceptos en el mecanismo mental, permitiendo que las relaciones (ganchos) que puedan incorporarse a otras estructuras mentales ya existentes suplan la fragilidad de la memoria. El acceso a un conocimiento con estructura rica es mucho más fácil que la recuperación de una información aislada. La utilización de un conocimiento será tanto más versátil y fructífera cuanto mejor integrado esté en nuestra red global de operaciones mentales.

En este sentido, Guzmán (Guzmán 1994) define el esquema mental de un conocimiento como una constelación de conocimientos que va agrupado a través de repetidas experiencias por razón de sus relaciones y su efectividad conjunta para aclarar diversas situaciones-problemas con un aire común. Contendrá, por lo tanto, mucha más información que la mera yuxtaposición de las partes. Éste será un elemento activo, capaz de atraer nuevos elementos y de engranarse con otros esquemas para formar conjuntos más amplios y ricos.

2.3.3. Herramientas para facilitar la transmisión de conocimiento y tipo de conocimiento transmitido

Hasta el momento, se han planteado y llevado a cabo en muchas empresas aplicaciones de Knowledge Management (KM). Estos sistemas se han desarrollado específicamente para facilitar la integración y organización del conocimiento dentro de la empresa (Bolloju, Khalifa et al. 2002) o, como afirman Ho, Chen y Wang (Ho, Chen et al. 2004) para facilitar la creación, acceso, almacenamiento y aplicación del conocimiento. Éstas son herramientas necesarias para poder soportar la gran cantidad de información que se genera en la actualidad en cualquier organización y están basadas en tecnología de la información (IT) ((Lee and Hong 2002), (Soliman and Youssef 2003)).

La base de estas aplicaciones consiste en centralizar la información, normalmente mediante el desarrollo de alguna aplicación informática más o menos customizada, de manera que todas las personas que intervienen en un cierto proyecto puedan acceder a ella de manera rápida, ordenada y transparente. Esta gran base de datos servirá también para la ayuda de toma de decisiones y de resolución de problemas incluso de

otros proyectos futuros o llevados a cabo por otras personas.

En paralelo al KM, el concepto de Organizational Learning (OL) consiste en la habilidad de una organización de ganar entendimiento (conocimientos) a partir de la experimentación, observación, análisis y deseo de examinar tanto los éxitos como los fracasos (McGill, Slocum et al. 1992), estudiando modelos y teorías sobre la manera en la que las organizaciones aprenden y se adaptan.. También en este caso se utiliza la tecnología IT como herramienta básica para el desarrollo de ésta idea (Lee and Hong 2002), como base para crear, capturar, transferir y movilizar conocimiento que permita adaptarse al ambiente cambiante de las organizaciones.

En ambos casos se plantean sistemas como el e-mail, voice mail, video conferencing como medios para compartir el conocimiento dentro de la organización, así como el desarrollo de aplicaciones Intranet que permitan el intercambio de información ((Lee and Hong 2002), (Ndlela and du Toit 2001)).

2.3.3.1. Knowledge Management (KM):

Knowledge Management (KM) es un término usado para definir actividades muy distintas, dependiendo, básicamente, de cómo se entienda la palabra conocimiento. Tal y como se ha introducido en el punto 2.2.1, éste puede entenderse desde puntos de vista muy diferentes (un estado de la mente, un objeto, un proceso, una condición de tener acceso a información, una capacidad o incluso como sinónimo de información). Basándose en cada una de estas distintas perspectivas, el término Knowledge Management adquiere implicaciones y aplicaciones muy diferentes (Tabla 2).

La mayoría de las aplicaciones de KM están basadas en sistemas de gestión del conocimiento (Knowledge Management Systems (KMS)); un tipo de sistema de la información aplicado a la gestión del conocimiento organizacional. Estas herramientas están basadas en la tecnología de la información (Information Technology (IT)) y han sido desarrolladas para permitir la creación, el acceso, el almacenaje / recuperación y la aplicación del conocimiento dentro de las organizaciones.

Relacionado con el KM y los KMS, las aplicaciones KBE (Knowledge-based Engineering) son herramientas basadas en el CAD (Computer-aided Design) para ayudar o apoyar en las tareas de ingeniería de diseño, generalmente diseño de producto. Estas permiten crear, almacenar y transmitir conocimiento explícito del producto.

Tabla 2 – Distintas perspectivas del conocimiento y sus implicaciones

Perspectivas		Implicaciones para la gestión del conocimiento (KM)	Implicaciones para los sistemas de gestión del conocimiento (KMS)
Conocimiento como datos e información.	Los datos son hechos, filas, números. La información son datos procesados / interpretados. El conocimiento es información personalizada.	KM se focaliza en exponer los individuos a información potencialmente útil y facilitar la asimilación de información.	KMS no son radicalmente distintos de los Sistemas de Información (IS), pero facilitan la asimilación de información al usuario.
Estado de la mente	El conocimiento es un estado del conocimiento y el entendimiento.	KM implica el realizar la unión del aprendizaje y entendimiento individual y el aprendizaje a través de la provisión de información.	El rol de la tecnología de la información (IT) es el de proveer el acceso a las Fuentes de conocimiento más que al conocimiento en sí mismo.
Objeto	El conocimiento es un objeto a ser almacenado y manipulado.	La clave de los sistemas de KM es la construcción y gestión de los stocks de información.	El rol de IT implica la recolección, almacenamiento y transferencia de conocimiento.
Proceso	El conocimiento es un proceso de aplicación de experiencia.	KM se focaliza en el flujo de conocimiento y en el proceso de creación, compartir y distribuir conocimiento.	El rol de IT facilita un link entre fuentes de conocimiento con el fin de crear una red amplia y profunda del flujo de conocimiento.
Acceso a información	El conocimiento es una condición de acceso a la información.	KM se focaliza en el acceso / almacenamiento organizado de contenido.	El rol de IT es el de proveer un mecanismo de búsqueda / almacenamiento efectivos para la localización de información relevante.
Capacidad	El conocimiento es un potencial para influenciar la acción.	KM implica construir competencias principales y entendimiento de know-how estratégico.	El rol de IT implica la unión de capital intelectual mediante dar soporte al desarrollo de competencias individuales y organizacionales.

2.3.3.2. Tipo de conocimiento transmitido: conocimiento explícito vs. conocimiento tácito:

Hasta el momento, las aplicaciones KM han sido introducidas y llevadas a cabo en grandes empresas, con el fin de dar soporte a la gran cantidad de información que se genera continuamente en estas organizaciones. El almacenaje y recuperación de información de proyectos, permitiendo el acceso a las fuentes de conocimiento, y mecanismos de búsqueda efectiva para localizar información son algunos ejemplos de las posibilidades de estas aplicaciones. El conocimiento explícito colectivo (e incluso individual) es fácilmente representado en este tipo de aplicaciones, pero crear, transferir o almacenar conocimiento tácito individual no es una tarea sencilla.

Las condiciones básicas para la creación, transferencia o uso de conocimiento tácito son la interacción con otras personas, el contacto personal y la confianza entre los miembros de una organización. La mayoría del conocimiento tácito se genera y transfiere a través del lenguaje corporal o demostraciones físicas de habilidades, y, por ello, el uso de la tecnología de la información y comunicación para gestionar este tipo de conocimientos es sólo posible en parte. Cuando se añaden otros factores, frecuentemente encontrados en grandes organizaciones, como la falta de tiempo (o incluso la falta de motivación), la transferencia del conocimiento tácito se vuelve aún más difícil a través de las aplicaciones de KM basadas en IT.

Como ejemplo de metodología para capitalizar los puntos de vista personales y las intuiciones individuales (conocimientos tácitos) de un grupo de individuos, el Brainstorming es una técnica popular normalmente utilizada en tareas de innovación y creación.

A pesar de este ejemplo, es difícil encontrar en la literatura metodologías que fomenten el proceso de transferencia de conocimiento tácito: la "Transistion Alliance" iniciada por Xerox ("los individuos son recompensados al compartir su conocimiento tácito") (Cavusgil, Calantone et al. 2003) junto con el Storytelling (existen situaciones en las que explicar una historia ayuda a ilustrar una situación específica que permite a las personas implicadas a entender mejor la situación que si se les explicara directamente el problema) son algunos de los pocos ejemplos que pueden encontrarse. La necesidad de una actitud pro-activa para encontrar la historia adecuada que se adapte a la situación que se quiere transmitir y para transmitirla es una característica importante a destacar de esa metodología (Swap, Leonard et al. 2001).

2.3.3.3. Premisas básicas para la transmisión de conocimiento tácito:

Aún siendo muy escasas las metodologías existentes para fomentar la transmisión de conocimiento tácito, las premisas para facilitar la transferencia de conocimiento tácito dentro de las organizaciones sí que han sido ampliamente definidas en la literatura ((Cavusgil, Calantone et al. 2003);(Alwis and Hartmann 2004)). A continuación se detallan algunos puntos importantes:

- Las sesiones informales facilitan más el compartir el conocimiento tácito que las sesiones formales.
- Es importante para el management de las organizaciones el cultivar el compromiso de motivar el compartir el conocimiento tácito, y crear una atmósfera en la que los miembros de la organización se encuentren libres de compartir sus conocimientos.
- El management debería crear el ambiente de trabajo que implique respeto por los distintos estilos de pensamiento sin recriminaciones por los errores y fomentar una cultura abierta.
- La proximidad de los empleados es clave para obtener un mayor grado de conocimiento tácito transmitido.
- El conocimiento tácito se trasmite usualmente a través del lenguaje corporal y de las demostraciones físicas de habilidades.
- El factor “falta de tiempo”, muy común en las organizaciones, debería tenerse en cuenta con el fin de reducir el impacto en la transmisión del conocimiento tácito.

2.3.4. La práctica reflexiva como metodologías para facilitar el intercambio de conocimientos tácitos en el mundo empresarial

A pesar de ser la Práctica Reflexiva una teoría ampliamente estudiada, no es habitual el encontrar en el mundo empresarial su aplicación para la formación de profesionales. Su aplicación se centra, de manera principal, en la formación de profesionales en escuelas de formación, sobretodo de profesorado, así como de otras profesiones que en las que se requiere aprender el “arte” de la profesión para poderla ejercer (estudio de arquitectura, profesiones en las que interviene básicamente la destreza manual,...).

A pesar de ello, ésta sería una metodología válida para aplicar en el ámbito empresarial para la formación de profesionales noveles a los que se les pretende trasmitir el “arte” de la profesión (realización de Practicums reflexivos al inicio de la vida laboral de un profesional en un área determinada llevada a cabo por personal experimentado del área). De cualquier modo, el tiempo utilizado para desarrollar estos Practicums debería ser tenido en cuenta como factor relevante en el ámbito de la empresa.

Contrariamente, lo que sí que es más habitual es encontrar a profesionales que lleven a cabo reflexión-en-acción durante su ejercicio profesional, al encontrar situaciones en su día a día profesional que no coinciden con sus conocimientos adquiridos anteriormente. De todos modos, estas acciones de reflexión individual no implican, normalmente, una transmisión de los conocimientos adquiridos o profundizados durante esta reflexión a otros profesionales de su mismo entorno.

2.4. Técnica de análisis de procesos: *Análisis del protocolo*

En esta última sección del capítulo de antecedentes, se pretende dar una pincelada sobre una de las técnicas de análisis que se han utilizado durante la realización de esta tesis: el *Análisis del protocolo*. Esta introducción previa servirá para poder entender con facilidad cómo se ha llevado a cabo una parte importante del análisis de la metodología propuesta (capítulo 3) y los beneficios que ésta aporta.

La técnica del análisis del protocolo se basa en conocer el proceso mental de una persona a partir de la verbalización (pensamiento en voz alta (“thinking aloud”)) que ésta realice de sus propias habilidades cognitivas.

El uso de esta técnica se inició, en el campo de la psicología, para apoyar en investigaciones psicológicas en los años 20. En ese momento presentaba muchas limitaciones por la falta de tecnología para la grabación y procesamiento de datos. En el año 1950, Bloom y Border (Bloom and Border 1950) llevaron a cabo estudio basado en pensar en voz alta para estudiar como aumentar el rendimiento en la resolución de problemas de un grupo de estudiantes (fuente: (Mayer 1983)). Y hacia los años 60 se comenzaron a desarrollar estudios con este método en forma precisa, con el análisis del comportamiento de jugadores de ajedrez.

El método de pensar en voz alta se describe en Ericsson y Simon (Ericsson and Simon 1993), y es posteriormente desarrollado más ampliamente por (van Someren, Barnard et al. 1994). A partir del estudio desarrollado en Delft en 1994, en el que se analizó en detalle el método de protocolo, éste se ha convertido en el más utilizado en investigación en ingeniería de diseño y la publicación de resultados (Cross, Christiaans et al. 1996) le ha dado una sustentación teórica importante.

Esta es una de las únicas técnicas para poder analizar los procesos mentales (en general, cualquier técnica que implique exteriorizar y explicar (ya sea oral, como escrito o dibujado) lo que ocurre en la cabeza de alguien). A pesar de ello, ésta presenta, por supuesto, limitaciones.

La primera y más importante es el hecho de que sólo se podrá acceder a la información verbal que una persona es capaz de transmitir, siendo ésta una parte pequeña de la comunicación total que una persona transmite: la comunicación habitual del lenguaje verbal sólo aporta un 7% de la información total, el 93% es averbal (tono de la voz, movimientos oculares, expresiones faciales, movimiento corporales, posturas, ...) (Haro Licer 2007).

En segundo lugar, el resultado obtenido al intentar verbalizar el proceso mental que la persona cree que realiza llevará a un resultado que probablemente no será idéntico al proceso que se lleve a cabo, puesto que entra en juego la apreciación personal y el ser consciente realmente de lo que está sucediendo en su cabeza. Esta información puede ser incompleta e incluso algo distorsionada. Asimismo, el proceso de verbalización puede tener influencia en el proceso mental, modificándolo (Mulet 2003). También serán importantes las habilidades de expresión que tenga cada sujeto, así como sus circunstancias personales (cansancio, motivación en la participación de la investigación,...), encontrarse en una situación diferente de la habitual, etc.

La evolución de la tecnología, con la aparición de las videocámaras, ha facilitado la aplicación de este tipo de técnicas, puesto que, con las grabaciones, es posible observar con mucho más detalle tanto la expresión verbal como la no verbal de las situaciones estudiadas, pudiendo repetir las escenas cuantas veces sea necesario.

Debido a la componente psicológica que puede llegar a tener este proceso, se han llevado a cabo investigaciones en las que los observadores han sido, conjuntamente, ingenieros y psicólogos (Frankenberger and Auer 1997).

Inicialmente, y en su práctica habitual, la técnica del análisis de protocolo había consistido en el análisis de un proceso mental de un individuo. A pesar de ello, a partir de los análisis realizados en la universidad de Delft (Cross, Christiaans et al. 1996) se ha empezado a aplicar esta técnica al análisis en grupos considerando que los intercambios verbales entre los distintos miembros pueden ser utilizado como indicativos de los procesos cognitivos de estos participantes.

El resultado obtenido con esta técnica es la transcripción de todas expresiones orales que han sido llevadas a cabo por el individuo o el grupo, identificando a quién pertenecen en el caso de analizar un proceso múltiple, junto con otra información que creamos relevante (día, hora y minuto; características propias de comunicación no verbal, etc.).

Este resultado puede ser analizado con mucho más detalle que el proceso verbal en sí, buscando la repetición de ciertos factores predeterminados, determinando una estructura dada, etc. A partir de este análisis se pretende poder obtener datos cuantitativos que permitan poder extraer conclusiones con cierta base científica.

Puede afirmarse, pues, que el estudio de protocolo permite observar y capturar en condiciones controladas la interacción del sujeto observado durante el proceso que esté

desarrollando, lo cual resulta útil para determinar las variables y los comportamientos, que permitan analizar y concluir resultados objetivamente.

El estudio de protocolo presenta distintas variantes, en función de los medios disponibles, el objetivo del experimento, las variables que se estudian, los sujetos investigados, etc. Como ejemplo, los estudios de protocolo retrospectivos se basan en la descripción verbal que hace la persona sobre el proceso desarrollado previamente; el análisis del protocolo concurrente, por otra parte, es aquel en que la verbalización se realiza en forma simultánea con la ejecución de la actividad.

Esquema básico:

A continuación se presenta el esquema básico del proceso de Análisis del protocolo según Walker (Walker 2004). Este esquema general es, en grandes líneas, común con la mayoría de aplicaciones de esta técnica de análisis.

- 1.- Definición del escenario a analizar.
- 2.- Instrucción / entrenamiento del participante: Una vez se ha definido claramente el escenario, los participantes deberían conocer qué se requiere de ellos durante el análisis. Lo que deben explicar verbalmente debe clarificarse aquí. Según Walker es particularmente importante que el participante esté informado que ellos deben continuar hablando incluso cuando lo que van a decir parece no tener mucho sentido. Es interesante realizar una pequeña demostración así como realizar una pequeña práctica.
- 3.- Escenario inicial y grabación de los datos: Todo el proceso debe grabarse, idealmente en vídeo.
- 4.- Verbalización de la transcripción: Una vez recogidos, los datos deben transcribirse en forma escrita. Normalmente se usa una hoja Excel. En este aspecto, es un proceso laborioso y consume mucho tiempo.
- 5.- Codificación de la verbalización: La transcripción verbal, en forma escrita, debe codificarse. Dependiendo de los requisitos del análisis, los datos se codifican en una de las siguientes 4 categorías: palabras, grupos de palabras con sentido, frases o temas. El esquema elegido debería ser codificado dependiendo del objetivo racional determinado para el análisis. Walker sugiere que esto suponga intentar realizar el esquema de codificación siguiendo alguna teoría establecida,

tal como la carga de trabajo mental o conocimiento de la situación. El analista debería desarrollar también un conjunto de instrucciones escritas para la codificación del esquema. Estas instrucciones deberían seguirse estrictamente y ser constantemente consultadas durante el proceso de codificación. Una vez se hayan definido claramente el tipo de codificación y las instrucciones a seguir, el analista debería proceder a codificar los datos. Existen paquetes de software que pueden ayudar al analista con este proceso, como el General Enquirer.

6.- Columna adicional para otros datos importantes: Se propone añadir una columna de “observaciones” que permita anotar al analista cualquier circunstancia que pueda haber afectado a la transcripción de la verbalización.

7.- Fiabilidad de la transcripción: Walker propone establecer el nivel de fiabilidad del esquema de transcripción, a partir de la reproducibilidad de las transcripciones al utilizar el esquema establecido.

8.- Realización de estudio piloto: El análisis del protocolo debería ser probado con un pequeño estudio piloto. Esto demostraría si los datos verbales recolectados son útiles, si el sistema de codificación funciona y si los ratios de confiabilidad son satisfactorios. Si se detecta algún problema a través de estudio piloto debería redefinirse antes de la realización real del análisis del protocolo.

9.- Análisis de la estructura codificada: Como último paso, y a partir de la estructura codificada obtenida, podrá realizarse el estudio del proceso analizado mediante el Análisis del Protocolo.

Limitaciones:

A pesar de su amplia aceptación como método de investigación, es necesario ser consciente de sus limitaciones (Cross, Christiaans et al. 1996). Como primera limitación, la imposibilidad de capturar todos los procesos cognitivos del sujeto analizado, puesto que la exigencia de verbalización introduce un elemento “extraño” al proceso en estudio.

Como segundo punto, la necesidad de un trabajo posterior importante de identificación, codificación, representación y análisis de los resultados, teniendo en cuenta que se debe hacer un seguimiento muy detallado del trabajo desarrollado, y cada palabra o acción debe ser adecuadamente interpretada.

En tercer lugar, los resultados son influenciados por las características propias del

experimento, ya que resulta imposible el control de todos los factores externos e internos que interactúan en el sistema. Por ello, las conclusiones y generalizaciones basadas en este método serán validadas únicamente bajo las limitaciones que el propio método tiene.

Como resumen, se presentan un listado de las principales ventajas / desventajas del sistema:

Ventajas:

- 1.- El análisis verbal del protocolo aporta gran cantidad de información.
- 2.- Al análisis del protocolo es particularmente efectivo cuando se usa para analizar secuencias de actividades.
- 3.- Las verbalizaciones pueden dar una visión “representativa” del proceso cognitivo (incluso refiriéndonos sólo a la parte verbal de éste).
- 4.- Expertos en este tipo de análisis pueden dar buena información verbal.
- 5.- El análisis verbal del protocolo se ha usado extensivamente en muchos ámbitos distintos.
- 6.- Es fácil de dirigir con un equipo adecuado.

Desventajas:

- 1.- El análisis de los datos (codificación) puede ser extremadamente laborioso y requerir mucho tiempo.
- 2.- El análisis verbal del protocolo es un proceso que requiere mucho tiempo para su aplicación (recolección de los datos a ser analizados).
- 3.- Es difícil verbalizar el comportamiento cognitivo (puede accederse parcialmente a la parte a-verbal de la comunicación mediante el análisis gestual de las grabaciones de las sesiones).
- 4.- Los comentarios verbales pueden, algunas veces, cambiar la naturaleza de la tarea.
- 5.- Tareas complejas que requieren una demanda elevada pueden llevar a una reducción de la cantidad de las verbalizaciones.

Protocolos on-line:

Como complemento a la técnica del análisis del protocolo, Frankenberger y Auer (Frankenberger and Auer 1997) proponen la realización de Potocolos on-line. Estos se basan en una observación directa del desarrollo de un proceso de diseño o de resolución de problemas en grupo, sin participar en él (o causando la mínima interferencia en él), y llevando a cabo una toma de datos on-line (directamente durante el proceso) siguiendo una metodología predeterminada que permite que el observador pueda anotar de manera muy rápida lo que observa. Para ello, el observador habrá tenido que realizar una cantidad de prácticas importantes de este tipo de ejercicios.

El hecho de que, como observadores, participen varias personas de distintos ámbitos (ingenieros y psicólogos), permite que se puedan observar distintos aspectos del proceso (actividades técnicas, aspectos sociales del proceso de decisión del grupo,...). Cada observador realizará su protocolo on-line y, posteriormente, se combinarán los distintos protocolos.

Estas sesiones también son grabadas, en muchos casos, en vídeo, para poder analizar, posteriormente y con más detalle, alguna fase en concreto.

El objetivo de la realización de los protocolos on-line es obtener un conocimiento de los procesos reduciendo el tiempo dedicado a su análisis (se evita, en mayor parte, el proceso posterior de transcripción de la técnica de análisis del protocolo convencional). Por lo contrario, el nivel de detalle que podrá conseguirse será menor, siendo mucho mayor la formación y práctica que deben tener los observadores para la realización de los protocolos a la velocidad del proceso, así como la necesidad de disponer de varias personas que realicen la tarea de observadores simultáneamente. Serán adecuados, pues, para el análisis de procesos en los que se precise un análisis inmediatamente después de las sesiones de observación y en los que sea necesario disponer de una documentación detallada de los aspectos más relevantes del proceso.

3. Método EMS

3. Método EMS

3.1. La *Auto-explicación* como punto de partida de la metodología EMS:

A partir del análisis de la problemática actual, tanto en el ámbito de aprendizaje de conocimientos en la universidad como en el aprendizaje / transferencia de conocimientos en la industria, los autores creen que, el hecho de poner en común los esquemas mentales propios sobre un concepto básico determinado entre un grupo de personas que estén llevando a cabo el mismo tipo de aprendizaje, puede ayudar a profundizar de manera importante en el concepto analizado y a completar y enriquecer el propio esquema mental. Del mismo modo, el hecho de destinar un cierto tiempo a esta reflexión facilita que estos conceptos no sean olvidados en un plazo corto de tiempo y que se pueda recurrir a ellos cuando el aprendizaje de nuevos conceptos o situaciones lo requiera. Cada vez que se sea capaz de recurrir a uno de ellos, se entenderán mejor y se completará el esquema mental propio.

Para llevar a cabo este proceso hará falta una metodología que ayude a ello: será un proceso que implique un cierto tiempo y esfuerzo, que deberá poderse controlar para que el resultado sea el esperado.

Como se ha explicado en el capítulo anterior, la metodología de la *Auto-explicación* permite, a las personas que la llevan a cabo, llegar a un entendimiento más profundo de lo que están aprendiendo, a partir de la reflexión individual, cumpliendo, así, plenamente con su objetivo de ayudar al aprendizaje. Paralelamente, la problemática planteada en el capítulo de antecedentes (tanto en la industria como en el aprendizaje de conceptos de ingeniería en el ámbito universitario) no se basa tanto en mejorar el rendimiento personal a partir de una reflexión más profunda individual sino en aprovechar la distinta estructura de los conocimientos y manera de razonar de terceros para mejorar el rendimiento global y, a su vez, personal. Es para ello que, a partir de esta metodología con resultados satisfactorios validados, se propone una evolución de ésta para adaptarla a esta nueva problemática presentada.

Así pues, tomando como punto de partida la *Auto-explicación*, se propone realizar las siguientes adaptaciones:

- Pasar de un proceso individual a un proceso en grupo
- Permitir utilizar cualquier medio de expresión para exteriorizar los propios

esquemas mentales (gráfico, escrito, oral; esquemas, comparaciones, metáforas, etc.)

- Utilizar como facilitador o guía los propios comentarios de los compañeros que están participando en el mismo proceso.
- Forzar la reflexión, no sólo sobre el propio esquema mental, sino sobre el de los demás participantes.

A partir de estas propuestas de evolución se propone, a lo largo de este capítulo, la metodología a desarrollar y validar experimentalmente como punto de partida para la resolución de la problemática planteada.

3.2. Introducción al método

El método de Intercambio de Esquema Mentales (IEM) o en inglés *Exchange of mental schemes* (EMS (estás serán las siglas usadas a lo largo de esta tesis) se basa en el concepto de Auto-explicación en el aprendizaje [(Chi, Bassok et al. 1989), (Chi, Leeuw et al. 1994; Bielaczysz, Pirolli et al. 1995), (Renkel 1997), (Ainsworth and Loizou 2003)] explicado en el capítulo anterior. Estudios recientes muestran los beneficios de la auto-explicación para conseguir un entendimiento profundo de los conceptos: está probado que la auto-explicación es una estrategia metacognitiva efectiva que puede ayudar a los estudiantes a desarrollar un entendimiento profundo de las materias que estudian.

Como se ha apuntado anteriormente, se propone una evolución de este proceso: la idea consiste en forzar una reflexión y un entendimiento profundo de los conceptos o ideas a través de la explicación del esquema mental propio, no sólo a uno mismo, sino en grupo. El objetivo es forzar a cada miembro de este grupo, no sólo a analizar con profundidad su propio esquema mental, sino también a escuchar, entender y analizar el concepto explicado por los demás.

El rol del facilitador también es importante. En las investigaciones llevadas a cabo en la auto-explicación, se ha analizado la existencia de diferencias entre la auto-explicación guiada por otras personas (por ejemplo, un profesor) (Brown and Kane 1988) y guiada por una computadora (Aleven and Koedinger 2002).

En el método EMS propuesto, la interacción entre las personas del grupo se prevé como el facilitador que obligará a profundizar suficientemente en el entendimiento del

concepto, consiguiéndose un proceso de aprendizaje del grupo que se supone que es más reflexivo y duradero.

Como resumen, este es un método nuevo para aplicar en grupo (estudiantes de ingeniería, ingenieros que desarrollan un tipo de trabajo análogo en la industria, etc.), que pretende inducir a un proceso de aprendizaje reflexivo y, como consecuencia de éste, inducir un aprendizaje duradero.

3.3. Fases del método EMS

Existen dos fases o partes diferenciadas en la aplicación del método propuesto:

- Un primer paso consistente en una explicación individual de cada persona del grupo, de su esquema mental respecto a un concepto determinado. Esta primera fase de explicación individual debe estar acompañada por una escucha activa, abierta y reflexiva por parte del resto de miembros del grupo. Para llevar a cabo la explicación del esquema mental del concepto elegido, se insta a las personas del grupo a utilizar todos los medios de los que dispongan para poder exteriorizar (verbalmente, con dibujos, esquemas, etc.) su propio esquema mental, transmitiendo todas las ideas o matices que tengan del concepto, y utilizando para ello todos los recursos que crean convenientes, tales como comparaciones, sensaciones, recuerdos, etc., a pesar de que les puedan llegar a parecer absurdos. Es importante que el resto de la gente escuche las explicaciones con respeto, intentando entender perfectamente lo que la persona que está hablando les está intentando transmitir.

Esta primera explicación individual debe realizarse por parte de todos los miembros del grupo antes de pasar a la segunda fase del método.

- La segunda fase de este método se basa en una discusión activa del concepto en cuestión, basada en las explicaciones individuales que ha hecho cada miembro del grupo, analizando las distintas perspectivas que han surgido, formulando preguntas que permitan expresar y extender los distintos puntos de vista, etc.

En este caso, la guía o facilitador del método será realizada por las mismas preguntas y comentarios que realicen los otros miembros del grupo y que también estarán implicados en el mismo proceso de auto-explicación. Es por ello

que no habrá un facilitador explícito, todo y poder ser interesante que una persona externa que conozca esta metodología asista a las primeras sesiones con la finalidad ayudar a la correcta aplicación de este proceso.

La ventaja de esta metodología se presenta en el hecho de que los distintos puntos de vista expresados por los distintos participantes obligan al resto a reflexionar sobre perspectivas que de otro modo no habrían considerado, enriqueciendo así este direccionamiento y generando feedback (estos aspectos se podrán observar a través de los resultados de la investigación realizada en esta tesis).

En el siguiente capítulo (Diseño de experimentos) se explica, en detalle, cómo se lleva a cabo la aplicación de este método en cada una de los distintos ámbitos (universitario e industrial), con el fin de poder llevar a cabo las investigaciones y validaciones requeridas.

De todos modos, como introducción al método, y con la finalidad de profundizar un poco más en sus características principales, se presenta en el siguiente punto de este mismo capítulo un análisis comparativo de ésta con otra metodología que, a priori, podría entenderse como común en objetivos y estructura: la Práctica Reflexiva de Schön.

3.4. Metodología EMS vs la Práctica Reflexiva (RP) de Schön

La sistemática que se ha seguido para llevar a cabo la comparación entre ambas metodologías consiste en analizar punto a punto las características principales de la RP presentadas en el punto 2.3.4 y detallar la característica equivalente para la metodología EMS propuesta (en la Tabla 3 puede encontrarse un resumen de esta comparativa).

La exposición de la Práctica Reflexiva (RP) pretende ser una explicación objetiva, no entrando a valorar en ningún momento sus puntos positivos, negativos, beneficios o incluso posibles limitaciones fuera de las presentadas por Schön en su literatura. La explicación de esta teoría tiene como objetivo únicamente ser el hilo conductor que permita profundizar en el conocimiento de la metodología EMS.

Principios básicos:

Como presentado en el capítulo de antecedentes, la Práctica Reflexiva propuesta por Schön tiene como objetivo la formación de profesionales, tanto en el ámbito universitario en el que se prepara a los estudiantes para ejercer como profesionales, como en el ámbito de la industria, como formación de los aprendices o profesionales noveles para

ejercer en casos reales. Está basada en el modo de actuar de los profesionales frente a situaciones, cada vez más frecuentes en el trabajo del día a día, de carácter único, incertidumbre, inestabilidad, complejidad o conflicto de valores (enseñar a los estudiantes y profesionales noveles a través de la reflexión-en-acción llevada a cabo en un ambiente controlado, virtual, pero parecido a la realidad (Reflective Practicum)).

La metodología EMS tiene como objetivo fomentar y mejorar la transmisión del conocimiento: su aplicación en el ámbito del aprendizaje de conceptos en la universidad permite el intercambio de esquemas mentales respecto a los conocimientos que se están aprendiendo, mejorando el nivel de aprendizaje y haciendo que éste sea más profundo y duradero; su aplicación en la industria permite mejorar la transmisión de conocimientos, especialmente conocimientos implícitos (entendiendo como implícito aquél conocimiento tácito (“sabemos más de lo que podemos decir”) que somos capaces de llegar a verbalizar o expresar de algún modo (Beckman 1990)), entre un grupo de profesionales de un mismo área que realizan tareas equivalentes.

El objetivo de esta metodología es, en último término, profundizar el conocimiento, tanto en el ámbito profesional como en el ámbito del aprendizaje universitario, a través de mejorar la transmisión del conocimiento entre los distintos miembros de un grupo. Su principal característica es la externalización de los conocimientos y esquemas mentales entre un grupo de personas de un mismo nivel (estudiantes, en el caso de la universidad o profesionales de una misma área que realizan tareas similares, en el ámbito de la industria). Esta externalización, escucha activa y reflexión en grupo no se hace en la acción, sino sobre la acción (vivida por una o varias personas del grupo) y sobre conocimientos previos adquiridos (ya sea teóricamente o mediante experiencias prácticas).

A través de su aplicación no se busca saber actuar frente a situaciones únicas (incertidumbre, complejidad o inestabilidad) o situaciones de sorpresa, sino llegar a un conocimiento más amplio y profundo de los conocimientos relativos a las tareas diarias (o conocimientos básicos necesarios en el caso del aprendizaje universitario), aprovechando la manera de pensar y razonar de terceras personas, así como sus conocimientos y maneras de resolver problemáticas parecidas.

A pesar de ser los campos de aplicación de ambas metodologías comunes (universidad y organizaciones profesionales) sus objetivos, modo de aplicación y resultados conseguidos difieren, pues, de manera importante.

Reflexión-sobre-la-acción/conocimiento vs. Reflexión-en-acción:

Frente a la reflexión-en-acción que se lleva a cabo en la RP, en metodología EMS se lleva a cabo un proceso de reflexión-sobre-la-acción/conocimiento: es una reflexión sobre los conceptos previos adquiridos, tanto de experiencias o acciones anteriores vividas por las distintas personas del grupo, como de conceptos teóricos interiorizados (más o menos correctamente). Es pues, una reflexión en un ambiente relajado, en el que no se está llevando a cabo ninguna acción más que la de reflexionar en grupo.

El proceso “teórico” de la reflexión-sobre-la acción / conocimientos previos podría esquematizarse del siguiente modo:

- I. Explicación del esquema mental propio (sobre un concepto / acción / tarea elegido) de una de las personas del grupo.
- II. Escucha activa por parte de las otras personas del grupo, con el fin de entender con profundidad lo que las otras personas del grupo intentan expresar.
- III. Generación de feedback (frente a puntos no entendidos, situaciones de sorpresa ante comentarios realizados, solicitud de ampliación de información, etc.)

Este esquema se repite para cada una de las personas del grupo (grupos de aproximadamente 5 personas son recomendables).

- IV. Discusión / reflexión activa sobre el concepto (acción o tarea) tratado, conjunto por parte de todos los participantes.

Profundizar los conceptos del día a día vs aprendizaje frente a una situación de sorpresa:

Frente a la reflexión frente situaciones en las que el individuo recibe una respuesta no esperada (que no sigue el conocimiento previo adquirido previamente), la propuesta de la metodología EMS consiste en forzar la reflexión acerca de aquellas acciones (y aplicación de conceptos) que llevamos a cabo de manera rutinaria y espontánea, fruto de una interiorización de conocimientos y acciones que se han ido adquiriendo a lo largo del ejercicio de la profesión.

A través de un análisis detallado del modo de actuar de dos personas de un mismo departamento que llevan a cabo tareas paralelas, es habitual descubrir que cada persona lleva a cabo la tarea de un modo muy distinto (a pesar de que ambas obtengan

un buen resultado final), utilizando conceptos y procesos distintos. Hay, pues, un potencial elevado en la puesta en común de este modo interiorizado de actuar.

De igual modo, analizando aquellos conceptos básicos de una disciplina universitaria (como puede ser la ingeniería) que los estudiantes deberían haber interiorizado de una manera clara, completa y estable, es muy frecuente descubrir que los esquemas mentales creados por distintos estudiantes difieren de manera muy importante. Nuevamente, fomentar el intercambio de estos conceptos es una tarea con un alto potencial.

Reflexión en grupo vs. reflexión individual:

Otro punto que diferencia ambas metodologías es la aplicación individual versus la aplicación en grupo. En la práctica reflexiva llevada a cabo por los profesionales, éstos suelen reflexionar individualmente o con la ayuda de un tutor o profesional experimentado sobre los aspectos de sorpresa con los que se han encontrado.

La aplicación del método EMS no permite que exista una reflexión únicamente individual por la naturaleza propia de la metodología. A pesar de no ser difícil encontrar reflexiones individuales, sobretudo en el momento de intentar exponer el esquema mental propio, existe siempre una reflexión principal en grupo.

De igual modo, la aplicación de una metodología en grupo comporta el poder reflexionar no sólo sobre los esquemas mentales y experiencias propias sino también de las otras personas que pertenezcan al grupo. Este hecho comporta el enriquecer los puntos de vista individuales, pudiendo descubrir modos de pensar distintos que complementen o incluso lleguen a modificar el esquema mental propio. Este hecho se presenta muy frecuentemente en la aplicación de la metodología EMS, tanto en el campo del estudio universitario como en el ámbito profesional de la industria.

Reflexión sobre casos y conocimientos reales vs. análisis de situaciones virtuales (Reflective Practicum):

Frente a la propuesta de Schön para la formación de profesionales en la que se propone la participación en sesiones virtuales parecidas a las que podrían encontrarse en el ejercicio profesional real, la situación propuesta en la metodología EMS es muy distinta: los estudiantes / profesionales reflexionan sobre situaciones y casos reales. En ambos casos, universidad y empresa, no se trata de personas noveles a las que se les debe

enseñar el “arte” de la profesión, sino que son ya profesionales, mejores o peores, en su ámbito (en el caso de los estudiantes, diremos que son “profesionales del estudio”, por ejemplo, profesionales del estudio de ingeniería). Ellos están acostumbrados a enfrentarse día a día con situaciones reales y, simplemente, se les propone reflexionar sobre ellas (por ejemplo, en el ámbito del estudio de la ingeniería, se les propone reflexionar sobre los conceptos básicos de ciertas materias que todo “buen ingeniero” debería conocer y tener claramente interiorizados).

Feedback o realimentación generada de igual a igual vs. generada por un tutor:

Otra diferencia importante entre las dos metodologías consiste en quién realiza la función de guía en el proceso de reflexión. Así como, en el caso de la Práctica Reflexiva existe un diálogo aprendiz / tutor muy importante, en el caso de la metodología EMS este diálogo se dirige y ha estado aplicado entre personas sin relación jerárquica entre ellos.

En la aplicación de EMS en la industria, parece claro que el intercambio de conocimientos entre personas de distintos niveles dificultaría la comunicación, puesto que cohibiría a las personas de niveles inferiores frente a su jefatura.

Por otro lado, en el ámbito universitario el intercambio de esquemas mentales entre personas de un mismo nivel también facilita que los estudiantes se expliquen sin problemas (no teniendo miedo de explicar aspectos que piensen que quizás no tengan sentido). A pesar de ello, una propuesta interesante es la de incluir, en una segunda fase de aplicación, uno o varios profesores que reflexionaran dentro del grupo sobre el mismo concepto tratado estrictamente por los estudiantes. Establecer unas premisas claras de actuación podría ayudar a evitar posibles problemas de coacción de los estudiantes: la aplicación de la metodología EMS con profesores no debería servir, en ningún caso, para puntuarlos en las asignaturas, y los profesores deberían mostrar siempre una mente abierta, reflexionando acerca de las externalizaciones de los alumnos, a pesar de poderles parecer, a priori, incorrectas y haciendo comentarios siempre de manera constructiva.

Actitud necesaria (mente abierta vs. disposición a la no incredulidad):

Frente a la actitud de no incredulidad necesaria para la participación en los Reflective Practicums, con el fin de aprender el “arte” de la profesión, la actitud necesaria para participar con éxito en una sesión de la metodología EMS consiste en tener una mente abierta a la reflexión, no descartando a priori ninguna opinión o manera de pensar de las

personas del grupo, y reflexionando detenidamente acerca de los esquemas mentales que intentan externalizar los distintos participantes así como los esquemas mentales propios. Para poder conseguir esta actitud será también necesario esforzarse en realizar una escucha atenta y activa, con el fin de poder llegar a entender con profundidad lo que los compañeros intentan transmitir. De igual modo será imprescindible un esfuerzo para expresar, verbalmente o mediante esquemas, dibujos, etc. los esquemas mentales propios.

Tipo de conocimiento transmitido (conocimiento explícito y tácito):

Si se analizan ambas metodologías desde el punto de vista del tipo de conocimiento que se intenta transmitir, los resultados son bastante parecidos. Tal y como sucede en la RP (tiene como objetivo transmitir el “arte” de la profesión), la aplicación de la metodología EMS busca la transmisión básicamente de conocimientos tácitos que puedan llegarse a transmitir o “intuir”, de algún modo, por terceras personas. A pesar de ello, ambos procesos vienen acompañados de la transmisión de conocimientos explícitos que ayudan a mostrar aspectos básicos de lo que se pretende transmitir.

En el caso de la metodología EMS, se supone que los participantes en cada sesión son “profesionales” de su trabajo / estudio. Así pues, los conocimientos explícitos básicos de la profesión / estudio serán seguramente conocidos por todos ellos. La intención de la metodología es intentar transmitir aquellos esquemas mentales, maneras de actuar frente a situaciones del día a día, etc. personales. Diremos, pues, que mayoritariamente se intentarán transmitir y reflexionar acerca de conocimientos tácitos a pesar de recurrir, para ello, al intercambio de información explícita que ayudará a centrar los temas.

Tiempo necesario para su aplicación:

El tiempo utilizado para la aplicación de la metodología EMS, tanto en el ámbito universitario como en el profesional, dependerá, en gran medida, de la planificación que hagan los propios estudiantes / profesionales: al ser esta metodología una ayuda para la transmisión / profundización de conocimientos del día a día, los profesionales no necesitarán la realización de una sesión para poder aprender los conocimientos necesarios para aplicar su trabajo / estudios, sino que ésta les servirá para mejorar en su actividad diaria. La no-urgencia de su aplicación permite plantear un escenario en el que se lleven a cabo sesiones periódicas pero suficientemente espaciadas en el tiempo para no interferir en el ritmo de trabajo / estudio.

Un buen ejemplo sería plantear la realización de sesiones con cierta periodicidad (por ejemplo, sesiones semanales o quincenales de 2 horas de duración, siempre el mismo día y horario). Para los profesionales del mundo empresarial, estas sesiones les servirán para, además de los beneficios propios de la metodología, poder romper la rutina e incrementar el contacto con sus compañeros.

Para los estudiantes universitarios, sesiones semanales como las propuestas les servirán también como paréntesis a su día a día, en el que podrán profundizar sobre conceptos básicos de sus estudios aprendiendo a ver modos distintos de pensar y aumentando el contacto con otros estudiantes. El planteamiento de utilizar esta metodología para estudiar todos los conceptos a aprender no tiene sentido debido al tiempo que sería necesario para ello, pero sí que servirá para poder profundizar aquellos conceptos importantes y básicos de cada materia sobre los cuales se sostiene el resto de conocimientos (tal y como sucede en estudios técnicos como, por ejemplo, los estudios de ingeniería en los que se ha aplicado esta metodología).

Limitaciones:

Como explicado en el capítulo de Antecedentes, las principales limitaciones de la teoría de la RP se pueden resumir en las siguientes cuatro puntos:

- Falta de disposición.
- Conocimientos previos adquiridos por los estudiantes / profesionales noveles.
- Entender la reflexión-en-acción como una actividad paralizante de la propia acción.
- No fijar correctamente el centro de la reflexión que se ha de llevar a cabo.

También en el caso de la metodología EMS la disposición es un factor decisivo o posible limitación. Los estudiantes / profesionales deben tener una actitud de mente abierta y escucha atenta de sus compañeros, sin pre-juzgar lo que intentan transmitir sino intentándolos entender totalmente. Deshacerse de las ataduras será, pues, también un factor que deberá acompañar el proceso de reflexión llevado a cabo tanto individualmente como dentro del grupo.

En el ámbito de las organizaciones profesionales será también vital la actitud de la jefatura frente a la aplicación de la metodología: la confianza del management en ella,

Tabla 3 – Tabla comparativa de ambas metodologías (Reflective Practice vs. EMS)

	Práctica Reflexiva	Intercambio de esquemas mentales (EMS)
Objeto de la reflexión	Reflexión-en acción: Reflexión ante una situación de sorpresa que no coincide con el conocimiento-en-acción del profesional.	Reflexión-sobre-la-acción: Reflexión sobre conceptos y acciones del día a día de la profesión / estudio.
Reflexión individual o en grupo	Reflexión individual (exceptuando casos puntuales de aplicación de la teoría en grupos de diseño)	Reflexión mayoritariamente en grupo (con excepción de las reflexiones individuales propias de externalizar un concepto dado).
Reflective Practicum vs. análisis de situaciones reales	Realización de un Reflective Practicum (casos virtuales, parecidos a los reales y guiados por un tutor).	No se plantea ninguna situación virtual a analizar, sino que se trabaja a partir de casos y conocimientos reales.
Guía del proceso / Generación de feedback	Un tutor o profesional experimentado es el que guía el Reflective Practicum generando feedback.	El feedback es generado por los propios participantes del grupo con sus comentarios realizados con el propio proceso de reflexión. Se plantea la posibilidad de realizar una segunda fase de aplicación de la metodología con profesores experimentados en el caso del aprendizaje en la universidad.
Actitud necesaria	Es básica la actitud del estudiante / profesional novel para el éxito de la metodología: - Disposición a la no incredulidad - Dejarse guiar por el tutor - Vivir (actuar) una situación en la que no se conoce exactamente lo que se va a hacer ni aprender.	Es básica la actitud del estudiante / profesional novel para el éxito de la metodología: - Mente abierta - Escucha activa
Tipo de conocimiento transmitido	Intenta transmitir el "arte" de la profesión. La explicación y reflexión sobre conocimientos explícitos permitirá transmitir / intuir conocimientos "tácitos".	Los conocimientos "explícitos" ayudan a centrar el objeto de la reflexión con la intención de poder avanzar hacia la transmisión de conocimientos "tácitos" que puedan llegar a transmitirse / intuirse por los participantes de las sesiones EMS.
Tiempo necesario de aplicación	Requiere un tiempo elevado para su aplicación. Su aplicación en el ámbito universitario dependerá del programa curricular y el tiempo del que se disponga para cumplir con los objetivos del curso. Su aplicación en el ámbito industrial dependerá del rendimiento que se obtenga de su aplicación y de la cultura empresarial.	Es posible realizar una planificación a medida de la situación. Como propuesta, realización de una sesión semanal de aproximadamente 2 horas (tanto en el ámbito universitario como en el ámbito empresarial).
Limitaciones	Las principales limitaciones presentadas por Schön son: - Falta de disposición del aprendiz (es necesario que se deje guiar por el tutor sin conocer exactamente qué va a aprender ni cómo). - Desconfianza con el tutor. - Ataduras previas. - Entender el reflexionar-en-acción como una actividad paralizante de la acción. - Fijar correctamente el objetivo de la reflexión.	Las principales limitaciones de la metodología EMS detectadas a través de su aplicación son: - Falta de disposición del aprendiz. - Dificultad de abrir la mente debido a ataduras previas. - Falta de cultura organizativa que valore la transferencia de conocimiento como aumento del capital de la empresa.

así como el facilitar su aplicación (permitiendo a sus trabajadores que participen en las sesiones planificadas y dejándolos comunicarse sin coacción (no querer participar, no querer conocer los resultados obtenidos, etc.)). Una cultura empresarial en la que se valore el factor humano y se fomente la transmisión de conocimiento como valor fundamental del capital de la empresa debe ser una premisa necesaria para el éxito de la aplicación.

Partiendo de objetivos parecidos (mejora del aprendizaje tanto en el ámbito universitario como en el ámbito profesional), las dos metodologías comparadas presentan diferencias importantes entre sí. En primer lugar, el objeto de la mejora del aprendizaje propuesto es distinto: la formación de profesionales noveles y estudiantes que desarrollarán cierta profesión, en la Práctica Reflexiva, frente a profundizar conocimientos básicos de la profesión por parte de profesionales / estudiantes experimentados en la metodología EMS. A pesar de ello, la reflexión es el punto central de ambas.

Esta reflexión diferirá en su modo de aplicación: individual, guiada por un tutor en el primer caso (Práctica Reflexiva), en grupo con personas de un mismo nivel en el segundo (Metodología EMS). La distinta naturaleza de ambas implicará la necesidad de una actitud distinta por parte de las personas que la apliquen, siendo la necesidad de disponer de una mente abierta, sin ataduras previas y atención en la escucha características comunes entre ellas.

De la comparación detallada de las dos metodologías ha surgido la propuesta de ampliar las sesiones de aplicación de la metodología EMS en la universidad, en la que sólo participan estudiantes, realizando una segunda parte de la sesión en la que participen profesores experimentados. Las permisos necesarios para conseguir que los estudiantes que participen no se sientan cohibidos en esta segunda parte deben fijarse muy claramente.

4. Diseño de experimentos

4. Diseño de experimentos

En este capítulo se presentan dos bloques diferenciados:

- En el primer bloque se explica, de manera detallada, los experimentos llevados a cabo en el ámbito universitario: en una primera parte se presentan los primeros análisis realizados para observar las primeras tendencias de los resultados y, en la segunda, se detallan las pruebas realizadas para, no sólo observar tendencias de los resultados, sino poderlos validar estadísticamente.
- En el segundo bloque se explican los experimentos llevados a cabo, a partir de los resultados del punto anterior, en la aplicación de esta metodología en la industria.

4.1. Aplicación de la metodología EMS en aprendizaje de conceptos en el ámbito universitario

4.1.1. Primeros análisis para observar tendencias

Una primera aplicación del método EMS propuesto se ha analizado en un ambiente universitario con el fin de observar la tendencia de los primeros resultados obtenidos. Los siguientes pasos han consistido en extender esta misma investigación a una muestra mayor, con el fin de confirmar estadísticamente los resultados obtenidos.

4.1.1.1. Objetivo del experimento

Este primer estudio se basa en el análisis del resultado, referente al aprendizaje de conceptos de ingeniería, de la aplicación del método EMS en comparación a los resultados de un proceso de estudio convencional, con el fin de obtener respuestas a los siguientes puntos:

- (1) ¿Existen diferencias entre los esquemas mentales de distintas personas del mismo ámbito académico de conceptos básicos que creen tener totalmente asumidos?
- (2) ¿Después de un proceso de EMS, existe una modificación (cambio o ampliación) del esquema mental propio?
- (3) ¿Existen diferencias significativas en el aprendizaje de conceptos entre dos grupos de personas del mismo ámbito uno de los cuales lleve a cabo un estudio convencional y el otro aplique el método EMS?

- (4) Transcurrido un cierto tiempo, ¿existen diferencias significativas en el esquema mental de los conceptos del grupo que ha llevado a cabo el EMS frente al grupo que no lo ha realizado?

4.1.1.2. Metodología

4.1.1.2.1. Selección de los participantes

Los experimentos de esta primera fase de la investigación (aplicación en el ámbito universitario) se han llevado a cabo con la ayuda de un grupo de estudiantes de ingeniería de la *Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona - Universitat Politècnica de Catalunya*.

Ninguna de estas personas ha sido seleccionada específicamente para llevar a cabo el experimento, sino que han sido alumnos de una determinada asignatura ALE de la universidad (*Innovación y Patentes*). El único requisito para participar ha sido que fueran estudiantes de esta misma escuela de ingeniería, con el fin de garantizar que el modo en el que habían aprendido los conceptos de ingeniería era similar (asistiendo al mismo tipo de clases, leyendo el mismo tipo de información, apuntes, etc.).

En esta primera fase de la investigación han participado un total de diez personas.

Para alguno de los experimentos, estas personas han sido divididas en dos grupos (de cinco participantes cada uno) (uno de estos grupos ha sido el “grupo de control”, y ha llevado a cabo un proceso de estudio convencional, mientras que el otro grupo ha aplicado el proceso EMS). También esta división en los dos grupos ha sido realizada sin seguir ningún criterio específico. De todos modos, con el fin de dejar “sentir” en proceso EMS a todos los participantes en la investigación, cada uno de los experimentos se han repetido (aplicando para ello otros conceptos de ingeniería) intercambiando los papeles de cada grupo (el “grupo de control” se ha convertido en “grupo de proceso EMS” y viceversa).

4.1.1.2.2. Material

El material utilizado para llevar a cabo los experimentos está orientado a dos tipos de análisis distintos del experimento realizado: el análisis del resultado obtenido al aplicar la metodología en estudio y el análisis del proceso llevado a cabo por los participantes durante la aplicación de dicha metodología.

4.1.1.2.2.1. Análisis del resultado:

Con el fin de poder externalizar al máximo el esquema mental de cada persona respecto a un concepto determinado, se ha preparado un formato en el cual cada participante debe expresar su esquema mental (a partir de este punto nos referiremos a él como EMSF (*'Externalization of the Mental Scheme Form'*)). En este formato se solicita que el esquema mental se exprese de modo escrito o por medio de dibujos, esquemas, etc. (existe absoluta libertad para expresarse del modo que crean más conveniente o adecuado a cada caso). Este formato se ha utilizado tanto en un pre-test como en un post-test, con el fin de analizar las diferencias existentes entre los distintos experimentos.

Es sabido que la expresión o externalización del propio esquema mental es un proceso muy difícil (o incluso imposible), y que el medio que se utilice para hacerlo puede afectar a la idea que tenemos en nuestras cabezas. Además, es también difícil saber cuál es la idea o esquema que nosotros tenemos realmente en nuestra cabeza. Lo que se busca con este formato es dejar expresar, con el mínimo de limitaciones o restricciones posibles, la propia idea o esquema.

Es por ello que se ha buscado que este formulario fuera únicamente una pauta que influenciara lo mínimo a la externalización del esquema mental (*"Expresa tu esquema mental sobre _____" (usa, para ello, los medios que creas que te serán más adecuados: escrito, dibujo,...)* (Figura 2)). El tiempo destinado a este proceso también ha sido flexible: dependiendo de cada persona, dejándose terminar el proceso de externalización de manera natural.

Adicionalmente, se ha preparado un cuestionario referente al método EMS y su aplicación, que ha sido rellenado por los participantes de los experimentos, con el fin de conocer sus impresiones personales en relación a los resultados obtenidos, así como todas aquellas opiniones que pudieran ayudar a mejorar la aplicación del método (Figura 3).



Nombre: _____

Fecha: _____

Hora de inicio: _____

Hora de finalización: _____

CONCEPTO: _____

Expresa tu esquema mental sobre el Concepto (de modo escrito)

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Expresa tu esquema mental acerca del Concepto (mediante un esquema o dibujo)

¿Podrías expresar tu esquema mental de algún otro modo? Utiliza el otro lado de esta hoja para este fin.

Figura 2 – Ejemplo de formato EMSF



Nombre: _____

Fecha: _____

Hora de inicio: _____

Hora de finalización: _____

Intercambio de esquemas mentales - Experiencias

Contesta el siguiente cuestionario según tu experiencia:

1. ¿Te has sentido cómodo durante el experimento?
2. Crees que el esquema mental que tenías del concepto analizado ha cambiado respecto antes del experimento?
3. Si es así,

¿Se ha completado?	Sí	No
¿Se ha vuelto más claro?	Sí	No
¿Tiene nuevos matices?	Sí	No
¿Se ha completado?	Sí	No
¿Se ha completado?	Sí	No
¿Es ahora más confuso?	Sí	No
¿Ves el concepto más interesante?	Sí	No
¿Lo has aprendido con más profundidad?	Sí	No
4. ¿Te ha sido fácil aplicar esta técnica al ejercicio realizado?
5. ¿Crees que sería aplicable en el ámbito del aprendizaje normal / habitual (entre un grupo de estudiantes / compañeros)?
6. ¿Qué otros beneficios crees que tiene este método?
7. ¿Qué modificaciones propondrías a este tipo de experimento para obtener mayores beneficios?
8. Otros:

Si lo necesitas, utiliza el dorso para responder a las preguntas

Figura 3 – Encuesta de opinión post aplicación de la metodología EMS

4.1.1.2.2. Análisis del protocolo:

La metodología propuesta no ha sido únicamente analizada a partir de los resultados obtenidos mediante su aplicación, sino que también se ha estudiado el proceso llevado a cabo durante el desarrollo de las sesiones de experimentación con los grupos. Para ello, todos estos experimentos han sido grabados en video, con el fin de poder aplicar el **método de análisis del protocolo** para evaluar, de este modo, el proceso y no únicamente los resultados obtenidos.

Tal y como se ha explicado en el capítulo 2.4, el análisis del protocolo se utiliza habitualmente en investigaciones en las que debe analizarse la aplicación en grupo de un cierto proceso, en el que hay una interacción verbal entre los miembros del grupo. Se trata de, a partir de la grabación de la sesión en grupo (o bien a partir de la observación directa durante la sesión experimental) ir transcribiendo la verbalización que llevan a cabo los distintos miembros del grupo para poder analizar cuál es la interacción existente entre los distintos miembros del grupo y como ésta interacción influye en la evolución de los procesos mentales que se llevan a cabo a lo largo del tiempo por parte de los distintos participantes.

En el caso planteado, el material utilizado ha sido la grabación en video de las sesiones que, posteriormente han sido visualizadas, transcritas y analizadas en detalle según se explica en los apartados 4.1.1.2.4.2 (índices utilizados) y 5.1.1.5 (análisis de los resultados obtenidos mediante el análisis del protocolo).

4.1.1.2.3. Proceso

En esta primera investigación se han llevado a cabo cuatro experimentos que han permitido avanzar a cuatro niveles distintos de la investigación.

El resultado final básico buscado en cada uno de los cuatro tipos de experimentos realizados ha consistido en una transmisión del esquema mental de un concepto determinado al formato explicado en el punto anterior (EMSF), para su posterior análisis. Lo que ha cambiado en cada una de estas pruebas ha sido el proceso que se ha llevado a cabo previo a esta externalización del esquema mental.

4.1.1.2.3.1. Análisis de las diferencias existentes entre los esquemas mentales básicos

Esta primera parte del estudio ha consistido en conocer el punto de partida previo al

EMS: determinar la existencia de diferencias entre esquemas mentales de conceptos básicos para los estudiantes de ingeniería que han participado en este experimento. Para ello, se ha solicitado a los 10 participantes de esta investigación, de un mismo ámbito y con una educación similar, que exteriorizaran su esquema mental de un concepto determinado, mediante el formato EMSF.

Tal y como se ha explicado anteriormente, el tiempo destinado a esta primera toma de datos no se ha limitado, con el fin de que pudieran transmitir al máximo sus esquemas. El resultado ha sido un tiempo no superior a los 15 minutos en cualquier caso.

Como ejemplo, algunos de los conceptos básicos analizados son Inercia, Voltaje y Electromagnetismo. Estos son conceptos básicos que los estudiantes de ingeniería están acostumbrados a tratar durante sus estudios.

4.1.1.2.3.2. Aplicación del método EMS a conceptos ya conocidos

El objetivo de este experimento ha consistido en analizar las diferencias existentes entre los esquemas mentales sobre un mismo concepto entre un “grupo de control” (que ha llevado a cabo un proceso de estudio individual convencional) y un segundo grupo que ha llevado a cabo un proceso de EMS (5 personas en cada grupo). Para ello también se ha utilizado el formato EMSF.

En este caso, se han analizado y comparado las externalizaciones de los esquemas mentales de ambos grupos, para observar si existen o no diferencias significativas.

Como en el punto anterior, no se ha establecido ningún límite externo sobre el tiempo destinado al estudio individual del “grupo de control”, sino que ha sido el que cada persona le ha querido destinar (tal y como sucedería en un estudio individual real). De igual modo, el proceso de EMS tampoco no se ha limitado en cuanto a tiempo, sino que se ha dejado finalizar de forma natural cuando los distintos participantes del grupo han creído no poder aportar ningún matiz adicional a lo que ya habían expresado y discutido.

Los conceptos analizados en este experimento han sido Gravedad y Electrólisis.

4.1.1.2.3.3. Aplicación del método EMS a conceptos menos conocidos, a partir del documentación escrita

El tercer experimento ha sido muy parecido al anterior pero, a diferencia de éste, los conceptos de los que se han discutido han sido conceptos menos conocidos por los

alumnos. La diferencia con el experimento anterior ha consistido en que la información de partida no era el esquema mental que cada uno de los participantes tenía del concepto a tratar, sino que disponían de información teórica escrita sobre éste. Se ha tratado pues de simular el proceso normal que se lleva a cabo en el aprendizaje de nuevos conocimientos por parte de los alumnos de ingeniería durante sus estudios.

Nuevamente, se han analizado las diferencias existentes entre los esquemas mentales sobre un mismo concepto entre un "grupo de control" (que ha llevado a cabo un proceso de estudio individual convencional) y un segundo grupo que ha llevado a cabo un proceso de EMS, a través del análisis de los EMSF rellenados por cada uno de ellos. En esta prueba, pues, al "grupo de control" se le ha dejado el tiempo que ellos necesitaban para leer esta información y estudiarla para luego rellenar el EMSF, mientras que al segundo grupo se le ha dejado un tiempo para leer la información y posteriormente comentarla con sus compañeros aplicando el método de EMS.

El concepto analizado en este experimento ha sido Rayos-X. Como fuente de información escrita se ha utilizado un capítulo de un libro de física que se ha facilitado a cada participante.

4.1.1.2.3.4. Análisis de los esquemas mentales de los conceptos trabajados transcurrido un cierto tiempo

Finalmente, el último experimento de esta primera serie ha consistido en introducir el factor tiempo al análisis anterior, con el fin evaluar el remanente de las modificaciones de los esquemas mentales de las distintas personas sobre un concepto tratado, en sesiones anteriores, transcurrido un cierto tiempo, según se haya aplicado o no el EMS. Para ello, se les ha solicitado nuevamente que rellenen el EMSF y se ha comparado con los mismos formatos rellenados por las mismas personas con anterioridad.

El concepto elegido para esta fase de la investigación ha sido Rayos-X.

4.1.1.2.4. Índices utilizados

4.1.1.2.4.1. Análisis del resultado

Se han utilizado dos tipos de índices para analizar los resultados de los cuatro experimentos.

El primer tipo consiste en aquellos índices que indican el "nivel de ideas compartidas"

sobre los conceptos entre las distintas personas que participan en la investigación: *¿Expresa cada persona una externalización muy distinta de su esquema mental referente a un concepto dado o son éstas muy similares?*

El segundo grupo de índices están relacionados con la “calidad del proceso de aprendizaje”: *¿Son los esquemas mentales de los conceptos analizados acordes con el fenómeno real o son incorrectos?; ¿Se ha entendido la idea básica del concepto o los participantes recuerdan otras propiedades secundarias de éste?*

Todos estos índices están basados en la idea de subdivisión de la externalización de cada esquema mental sobre un concepto en distintos “sub-conceptos”.

Concepto: Gravedad

División en sub-conceptos:

Tabla 4 – Ejemplo parcial de subdivisión del esquema mental de un concepto en sub-conceptos

Fuerza	Sub-concepto básico
Atracción entre cuerpos	Sub-concepto básico
Depende de la masa	Sub-concepto básico
Varia inversamente proporcional a la distancia	Sub-concepto básico
La gravedad o atracción entre la tierra y la luna es la causa de las mareas	Sub-concepto adicional
La gravedad es menor en la luna que en la tierra	Sub-concepto adicional

Como *sub-concepto* se entiende cada una de las partes independientes en las que se puede dividir un concepto. Lo que se busca aquí es el significado de cada una de estas unidades, y no su forma. Por ejemplo, basándonos en la información que han explicado los participantes en esta investigación sobre Gravedad, este concepto puede dividirse

en los siguientes sub-conceptos: (1) Fuerza, (2) Atracción entre cuerpos, (3) Depende de la masa, (4) Varía de manera inversamente proporcional a la distancia, (5) La gravedad o atracción entre la luna y la tierra causa las mareas, (6) La gravedad es menor en la luna que en la tierra,... (ver Tabla 4).

Basándonos en la idea de división del concepto en sub-conceptos y los dos tipos de índices explicados anteriormente, los parámetros utilizados para analizar el proceso de aprendizaje han sido los siguientes:

a) Índices que expresan el “nivel de ideas compartidas”

- SC_T – Sub-conceptos Totales: Número total de sub-conceptos distintos que han sido dichos de un concepto determinado.

$$(SC_T = \sum \text{Sub-conceptos distintos})$$

- SC_{av} – Número medio de sub-conceptos por persona de un mismo concepto

$$(SC_{av} = \sum \text{sub-conceptos} / \text{número de personas})$$

- SC_{pn} – Número de sub-conceptos expresados por cada persona (donde $n = [1, \dots, n_0]$, siendo n_0 el número de personas).

- SC_m – Número de sub-conceptos que han sido nombrados por m diferentes personas (donde $m = [1, \dots, m_0]$, siendo m_0 el número de personas). En el caso particular de $m_0=1$, los hemos llamado sub-conceptos *individuales*, puesto que han sido nombrados por una única persona. En el caso de $m_0 > 1$, los hemos llamado sub-conceptos *compartidos*.

- SC_{ipn} – Número de sub-conceptos individuales por persona (donde $n = [1, \dots, n_0]$, siendo n_0 el número de personas).

b) Índices que expresan el “nivel de calidad del aprendizaje”

- SC_e – Número de sub-conceptos erróneos.
- SC_b – Número de sub-conceptos básicos: como “sub-conceptos básicos” entendemos aquellos sub-conceptos que forman parte del concepto y sin los

cuales el concepto no estaría completo (por ejemplo, en el caso de Gravedad, el sub-concepto “Fuerza” sería un sub-concepto básico).

- SC_a – Número de sub-conceptos adicionales: como “sub-conceptos adicionales” entendemos aquellos sub-conceptos que, a pesar de ser ciertos y correctos, no forman parte del concepto básico (por ejemplo, en el caso de Gravedad, el sub-concepto “la gravedad es menor en la luna que en la tierra” es un sub-concepto adicional y no un sub-concepto básico).
- SC_{ef} – Número de sub-conceptos fáciles de olvidar: como “sub-conceptos fáciles de olvidar” entendemos aquellos sub-conceptos que, a pesar de ser válidos, y debido a su naturaleza, son difíciles de recordar pasado un cierto tiempo (por ejemplo, en el caso de los Rayos-X, el sub-concepto “los Rayos-X ionizan gases” se consideraría fácil de olvidar, debido a que este sub-concepto es difícil de recordar si no se ha entendido en profundidad.).

4.1.1.2.4.2. Análisis del protocolo

A partir de la estructura propia de la metodología EMS, las fases principales que se esperan del análisis del protocolo de las sesiones llevadas a cabo son:

- 1.- Fase inicial de explicación de las ideas particulares de cada individuo
- 2.- Fase de interacción / feedback entre los participantes
- 3.- Fase de confirmación / ampliación / modificación de la idea previa que tenían los participantes.
- 4.- Fase de conclusiones finales (comunes).

Mediante el análisis de protocolo se pretende analizar en detalle si realmente se llevan a cabo estas 4 fases y cómo es el proceso / mecanismo mediante el cuál se llega a una confirmación, ampliación o modificación del concepto que se tenía anteriormente, mediante la interacción de los distintos participantes.

Para ello, se ha propuesto el transcribir, de manera esquemática, las verbalizaciones de cada uno de los distintos participantes, el momento del proceso en que se verbalizan, y la relación existente con los comentarios que preceden y siguen a cada una de estas verbalizaciones.

Por otro lado, se ha intentado identificar cuál es el proceso mental que se supone que ha realizado cada uno de los individuos entre verbalizaciones (a partir de los cambios conceptuales existentes entre éstas).

La nomenclatura utilizada para llevar a cabo este análisis del protocolo se divide, pues, en dos tipos de objetos:

a.- Objetos de transcripción de verbalizaciones. Estos objetos se han representado dentro de un círculo.

Por ejemplo:

E_i (Explicación individual)

b.- Objetos propios del proceso mental que se supone (deduce / interpreta) se ha llevado a cabo. Estos objetos se han representado dentro de un rectángulo.

Por ejemplo:

R_{CP} (Reflexión sobre el concepto propio)

Con el fin de poder representar de manera sencilla qué persona ha llevado a cabo cada uno de los distintos procesos, se ha planteado el siguiente esquema de transcripción (Figura 4).

Una columna para cada participante

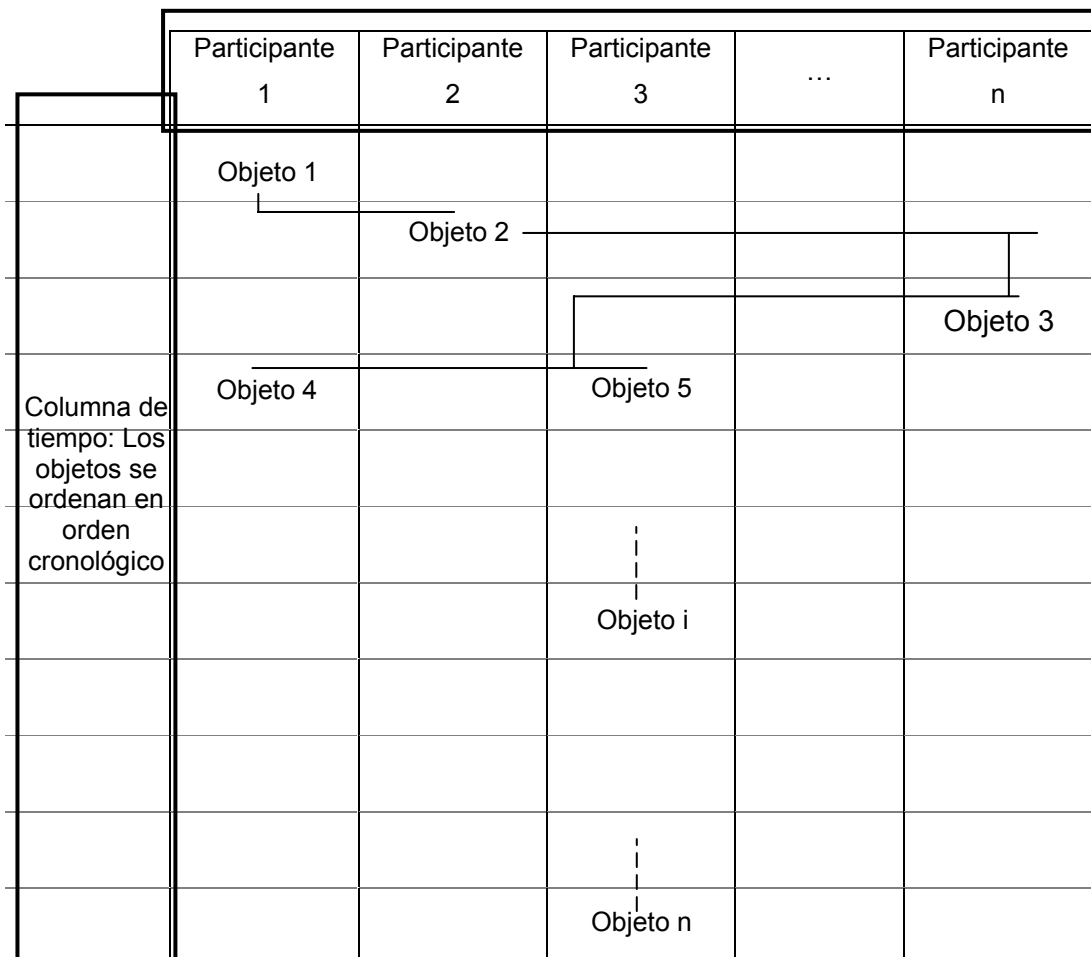


Figura 4 – Esquema de transcripción de las sesiones mediante Análisis de Protocolo

Este esquema está formado por n columnas, en el que n es igual al número de participantes. En cada columna se han esquematizado los procesos llevados a cabo por cada persona a través de los objetos (tanto objetos de transcripción de verbalizaciones como objetos propios del proceso mental). Finalmente, para poder representar cuál ha sido la sucesión de procesos en el tiempo, el eje vertical representa en que momento de la aplicación de la metodología se ha llevado a cabo cada proceso.

La unión de los distintos objetos mediante líneas representará el orden cronológico de las intervenciones y el flujo de ideas principales.

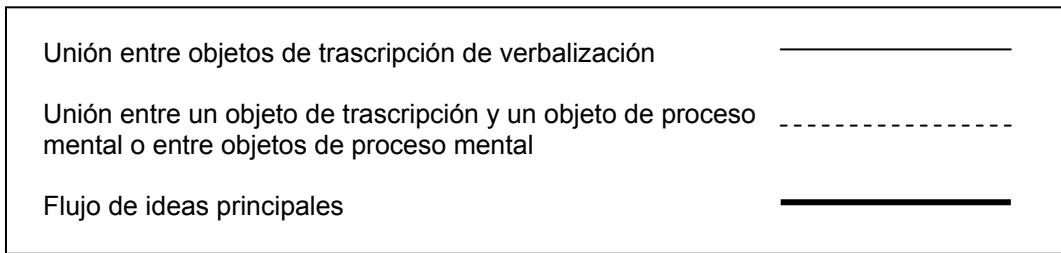


Figura 5 – Esquema relaciones entre objetos de la transcripción

A priori, se han contemplado los siguientes objetos para llevar a cabo la transcripción del proceso global de cada aplicación:

Objetos de transcripción de verbalizaciones:

Explicación:

- ⓔ_I Explicación individual
- ⓔ_A Ampliación de una explicación anterior
- ⓔ_{AP} Ampliación de una explicación propia anterior
- ⓔ_{AT} Ampliación de una explicación anterior de una tercera persona

Feedback / Opinión:

- ⓕ_A Opinión afirmativo
- ⓕ_N Opinión negativa
- ⓕ_D Opinión de duda

Generación de feedback / Profundizar en el tema:

- Ⓟ Pregunta

Conclusión final / resumen:

- ⓔ_C Explicación conclusión final

Objetos propios del proceso mental:

Reflexión:

R_{CP}

Reflexión sobre conceptos propios,

que puede llevar a:

R_{ACP}

Afirmación de ideas propias anteriores

R_{NCP}

Negación de ideas propias anteriores

R_{D CP}

Generación de duda sobre conceptos propios

R_{CT}

Reflexión sobre conceptos de terceros

R_{ACP}

Afirmación de ideas propias anteriores

R_{NCP}

Negación de ideas propias anteriores

R_{D CP}

Generación de duda sobre conceptos propios

R_{ACT}

Afirmación de ideas de terceros

R_{NCT}

Negación de ideas de terceros

R_{D CT}

Generación de duda sobre conceptos de terceros

Modificación de concepto:

A_{CP}

Ampliación del concepto propio. La reflexión de afirmación del concepto de un tercero (R_{ACT}) o simplemente la reflexión sobre el propio

concepto (R_{CP}) puede llevar a la ampliación del propio concepto.



Cambio del concepto propio. La reflexión de negación del concepto propio ($R_{N_{CP}}$) y la reflexión de duda del concepto propio ($R_{D_{CP}}$) llevarán a C_{CP}

A partir de estos objetos propuestos, la transcripción de un proceso teórico de aplicación de la metodología EMS sería:

	Participante 1	Participante 2	Participante 3	...	Participante n
T_1					
				...	
T_2					
				...	
T_3					
				...	
				...	
T_n					

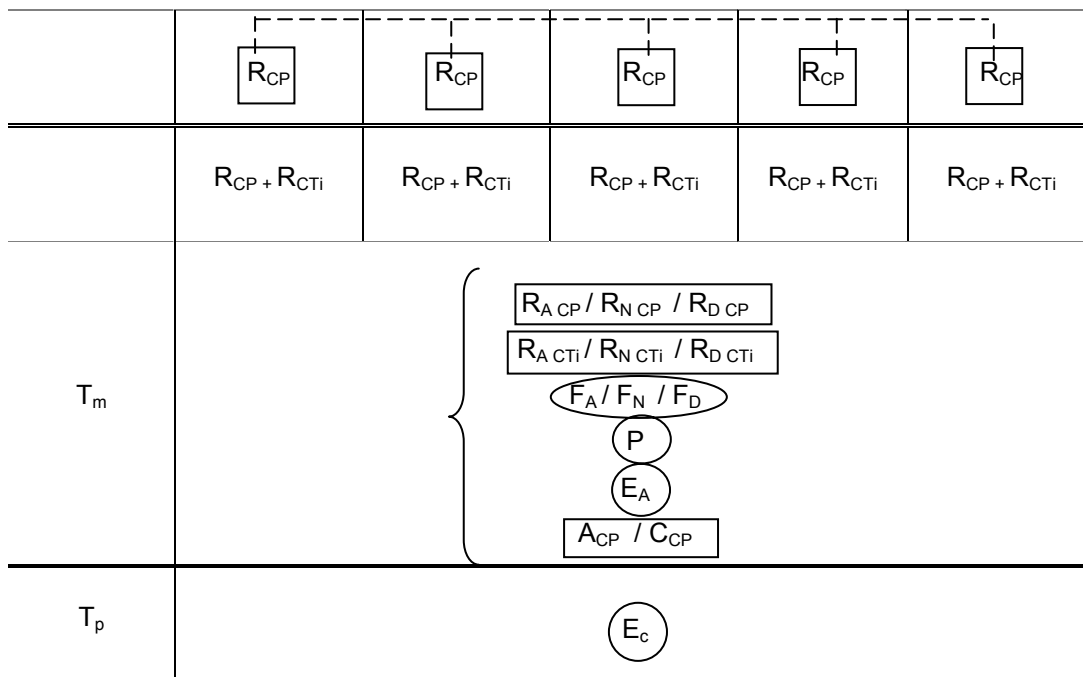


Figura 6 – Esquema relaciones entre objetos de la transcripción

En la realidad, no está tan clara la división entre fases, sino que se entremezclan creando feedback y explicaciones de ampliación desde un inicio. De manera esquemática podría resumirse en el esquema de la Figura 7.

Los puntos importantes que busca esta metodología y que se pueden observar a través del análisis del protocolo son:

- Existencia de **interacción** → existe una **reflexión** sobre el concepto propio y de terceros
- Conclusión final conjunta** de puntos básicos comunes.

4.1.2. Ampliación de la experimentación para la validación estadística de los resultados

4.1.2.1. Objetivo del experimento

El objetivo de este experimento es poder validar estadísticamente la metodología EMS planteada en esta tesis, cuyos primeros resultados experimentales se han obtenido a partir de la investigación descrita en el punto anterior (4.1.1).

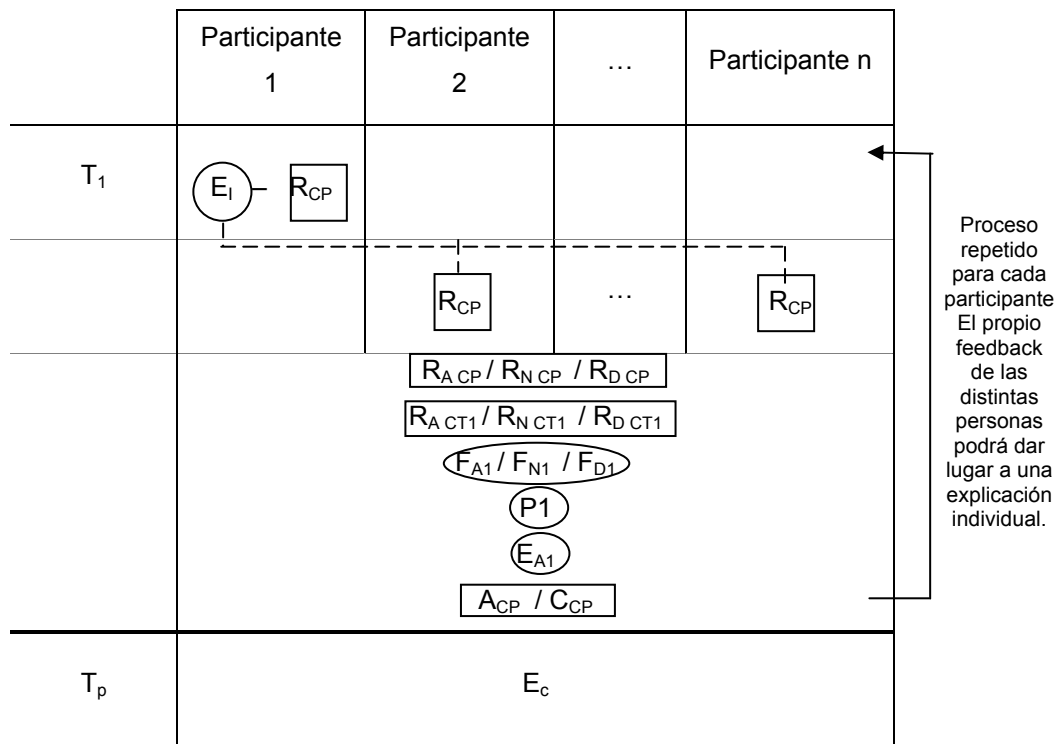


Figura 7 – Esquema relaciones entre objetos de la transcripción

Para poder llevar a cabo la validación estadística es necesario ampliar la muestra con el fin de poder asegurar que los resultados son significativos. En los siguientes puntos se describe la base estadística que se ha utilizado para llevar a cabo esta validación, así como su aplicación en este caso particular.

4.1.2.2. Base estadística teórica

La validación estadística de esta metodología se ha llevado a cabo a partir de la comparación de dos tratamientos o procesos (Prat, Tort-Martorell et al. 1994). La comparación entre dos métodos de trabajo o tratamientos tiene como objetivo determinar si la diferencia que presentan las medias de las dos muestras tomadas (una con cada método o tratamiento) es indicativa de una diferencia en las medias poblacionales o si, por lo contrario, puede ser atribuida al azar.

Los pasos de este tipo de comparación estadística son los siguientes:

- Planteamiento del problema
- Adecuado diseño de la recogida de datos

- Recogida de datos y análisis exploratorio (para determinar posibles valores anómalos, contrastar que no existen evidencias de incumplimiento de las hipótesis del método y poder obtener las primeras conclusiones)
- Test estadístico (Contraste de hipótesis: formalización y limitaciones; test de comparación de medias (en el caso de que no pueda suponerse la igualdad de varianzas poblacionales)) e interpretación del resultado estadístico.

La aplicación de este método se basa en el cumplimiento de una serie de hipótesis de base. Éstas son:

- Normalidad de las 2 poblaciones: Con el fin de comprobar la normalidad de las poblaciones, podría llevarse a cabo un histograma de las dos muestras a comparar. De todos modos, al disponer de muestras de un tamaño pequeño será difícil encontrar, en la práctica, evidencia de no normalidad de las poblaciones a comparar. Esta es, de todos modos, una hipótesis poco crítica: lo que realmente se supone es que las medias se distribuyen según una normal (en general cierto por el teorema central del límite). Adicionalmente, se conoce que las pruebas que tienen como distribución de referencia la t-Student son robustas frente a esta hipótesis.
- Independencia de las poblaciones: Conocer el origen de los datos permitirá determinar si las poblaciones pueden considerarse independientes entre ellas.
- Aleatoriedad de las muestras: Con el fin de poder obtener conclusiones sobre las poblaciones analizadas, es necesario que las muestras obtenidas de estas poblaciones sean representativas. Para ello, un factor muy importante es la aleatoriedad de éstas. La recogida de datos, pues, deberá llevarse a cabo buscando siempre la aleatoriedad.
- Igualdad de varianzas poblacionales: Con el fin de poder asegurar esta hipótesis es necesario llevar a cabo un test de igualdad de varianzas. En el caso de que no pueda asumirse la igualdad de varianzas poblacionales, existe un test alternativo de comparación de medias.

Para la aplicación de este método es necesario plantear dos hipótesis adicionales relacionadas con los tratamientos a comparar:

- La hipótesis nula H_0 (las medias de las poblaciones a las que pertenecen las

muestras del primer tratamiento (A) y del segundo tratamiento (B) son iguales)

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$

- Y una hipótesis alternativa H_1 (la media de la población a la que pertenecen las muestras del primer tratamiento (A) es mayor (menor o distinta, según el caso analizado) a la media poblacional a la que pertenecen las muestras del tratamiento B)

$$H_1 : \mu_A < \mu_B$$

ó

$$H_1 : \mu_A > \mu_B$$

ó

$$H_1 : \mu_A \neq \mu_B$$

El resultado de aplicar el test estadístico consiste en conocer si se puede afirmar (o rechazar) la hipótesis nula H_0 o la hipótesis alternativa H_1 y con que grado de seguridad.

Como se ha realizado la hipótesis de normalidad de las muestras, esto implica que:

$$\bar{y}_A \sim N(\mu_A, \sigma_A)$$

$$\bar{y}_B \sim N(\mu_B, \sigma_B)$$

y, las medias de los valores obtenidos se distribuirán según

$$\bar{y}_A \sim N\left(\mu_A, \frac{\sigma_A}{\sqrt{n_A}}\right)$$

$$\bar{y}_B \sim N\left(\mu_B, \frac{\sigma_B}{\sqrt{n_B}}\right)$$

y,

$$\bar{y}_A - \bar{y}_B \sim N\left(\mu_A - \mu_B, \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_B^2}{n_B}}\right)$$

o lo que es lo mismo,

$$\frac{(\bar{y}_A - \bar{y}_B) - (\mu_A - \mu_B)}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2}{n_A} + \frac{\sigma_B^2}{n_B}}} \sim N(0,1)$$

Como no se conocen las varianzas poblacionales σ_A^2 ni σ_B^2 , éstas se estimarán a partir de las varianzas muestrales s_A^2 y s_B^2 .

Una de las hipótesis de base para aplicar este método de comparación de dos tratamientos es suponer que las varianzas poblacionales (σ_A^2 y σ_B^2) son iguales, y por lo tanto las varianzas muestrales (s_A^2 y s_B^2) deberían ser parecidas. Para ver si es posible asumir esta hipótesis se debe llevar a cabo el Test de la igualdad de varianzas, utilizando la distribución F de Snedecor:

$$F = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Comparando el valor obtenido a partir de los datos reales de las muestras con la distribución F de Snedecor con $(n_A - 1)$ y $(n_B - 1)$ grados de libertad, el área obtenida de cola nos indicará si es posible suponer la igualdad de las varianzas poblacionales (si es mayor a 0,25, nada se opondrá a suponer que $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$).

En el caso en que no pueda trabajarse con la hipótesis de igualdad de varianzas poblacionales, deberá aplicarse un test alternativo de comparación de medias para determinar si existen diferencias entre las medias poblacionales de las dos muestras tomadas:

$$t' = \frac{(\bar{y}_B - \bar{y}_A)}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}}$$

donde pondrá afirmarse la hipótesis nula en el caso de que t' pertenezca, para $n_A = n_B = n$, a una distribución t de Student con $n - 1$ grados de libertad.

En el caso que podamos suponer que $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$ y que $n_A = n_B$ (el mismo tamaño de ambas muestras), entonces,

$$\sigma_A^2 = \sigma_B^2 = \frac{s_A^2 + s_B^2}{2}$$

y, por lo tanto,

$$\frac{(\bar{y}_A - \bar{y}_B) - (\mu_A - \mu_B)}{s \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \sim t \quad \text{con } n_A + n_B - 2 \text{ g.l.}$$

En el caso de que se cumpliera la hipótesis nula ($H_0 : \mu_A = \mu_B$), entonces, $\mu_A - \mu_B = 0$ y, la expresión anterior quedaría en,

$$t_1 = \frac{(\bar{y}_A - \bar{y}_B)}{s \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \sim t \quad \text{con } n_A + n_B - 2 \text{ g.l.}$$

Si se cumpliera la hipótesis nula, entonces el valor t_1 pertenecería a una distribución t de Student con $n_A + n_B - 2$ grados de libertad. El área de cola $t > t_1$ corresponderá a la probabilidad de que, si las medias de A y B fueran iguales, se hubieran obtenido las diferencias observadas en las medias muestrales o mayores a éstas. Si esta probabilidad es muy pequeña, lo más razonable es considerar que las medias son distintas y se dirá que la diferencia entre las medias muestrales es estadísticamente significativa. La probabilidad de equivocarnos al hacer esta afirmación será igual al área de cola obtenida para $t > t_1$.

Puntos importantes a tener en cuenta para aplicar este método de comparación de muestras de dos tratamientos son:

- Asegurarse que todos los factores que puedan tener alguna influencia en la respuesta influyan exactamente igual en las 2 muestras, exceptuando el efecto a estudiar.
- Aleatorizar al máximo para protegerse de posibles sesgos introducidos por factores no identificados.

4.1.2.3. Aplicación en el caso analizado

En este caso determinado, los tratamientos o métodos a comparar han sido:

- Tratamiento o método A: *Llevar a cabo el método EMS para un concepto determinado*
- Tratamiento o método B: *No llevar a cabo el método EMS para un concepto determinado, sino llevar a cabo un estudio individual habitual*

El resultado que se pretende comparar es el *nivel de aprendizaje* con uno u otro tratamiento. Pero, ¿cómo puede medirse este nivel de aprendizaje? Lo que se propone en esta tesis es analizar, a partir de los índices utilizados en el experimento anterior (4.1.1), tres resultados que pueden aportar una idea de cuál ha sido el nivel del aprendizaje conseguido. Estos tres parámetros son:

- **Número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b):** Si una persona es capaz de explicar los puntos básicos o núcleo de un concepto, aquellos aspectos sin los cuales el concepto no estaría completo, entonces entenderemos que el aprendizaje realizado es bueno.
- **Número de sub-conceptos erróneos (SC_e):** El hecho de que la explicación que una persona hace sobre un cierto concepto no contiene afirmaciones erróneas nos hará asociar este resultado a un buen aprendizaje. Los resultados obtenidos en el caso de que los participantes dispongan de información teórica escrita (como el experimento llevado a cabo en el punto 4.1.1.2.3.3) no será relevante, puesto que en ninguno de los dos tratamientos habrá sub-conceptos erróneos (ver resultados del experimento anterior en el punto 5.1.1.3).
- **Número de sub-conceptos básicos ponderados por el nivel de coincidencia (sub-conceptos compartidos) entre las distintas personas del grupo:** Lo que se busca con este último parámetro es dar más importancia a aquellos conceptos básicos que hayan sido nombrados por varias personas del grupo, frente a aquellos que sean sub-conceptos básicos individuales (nombrados por sólo una persona) o compartidos por pocas personas del grupo. Se entiende que, un buen aprendizaje de un concepto de ingeniería dado implica que las distintas personas que lo están llevando a cabo entienden lo mismo por ése concepto y pueden llevar a cabo razonamientos conjuntos.

Se propone como ponderación para llevar a cabo este análisis la siguiente (base 2) (en el **Anexo A** se presenta un Análisis de Sensibilidad de los valores de ponderación elegidos):

Sub-conceptos individuales: $2^0 = 1$

Sub-conceptos compartidos por:

2 personas $2^1 = 2$

3 personas $2^2 = 4$

4 personas $2^3 = 8$

5 personas $2^4 = 16$

con un máximo de 5 personas por grupo.

Valor ponderado según coincidencia del número de sub-conceptos básicos ($VPSC_b$) será:

$$VPSC_b = \sum_{n=1}^5 SC_{bn} \cdot 2^{(n-1)}$$

con SC_{bn} el número de sub-conceptos básicos nombrados por n personas distintas.

Se plantearán, por lo tanto, tres hipótesis nulas y tres hipótesis alternativas, una para analizar cada uno de los 3 parámetros:

- **Número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b):**

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las medias poblacionales del número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b) entre la aplicación del tratamiento o método A (utilización metodología EMS) y el tratamiento o método B (estudio individual convencional).

$$H_{0_1} : \mu_{A_1} = \mu_{B_1}$$

Hipótesis alternativa: La media poblacional del número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b) del tratamiento A (utilización de la metodología EMS) es significativamente mayor que la del tratamiento B (estudio individual convencional)³.

$$H_{1_1} : \mu_{A_1} > \mu_{B_1}$$

- **Número de sub-conceptos erróneos (SCe):**

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las medias poblacionales del número de sub-conceptos erróneos (SC_e) entre la aplicación del tratamiento o método A (utilización metodología EMS) y el tratamiento o método B (estudio individual convencional).

$$H_{0_2} : \mu_{A_2} = \mu_{B_2}$$

Hipótesis alternativa: La media poblacional del número de sub-conceptos erróneos (SC_e) del tratamiento A (utilización de la metodología EMS) es significativamente menor que la del tratamiento B (estudio individual convencional).

$$H_{1_2} : \mu_{A_2} < \mu_{B_2}$$

- **Número de sub-conceptos básicos ponderados por el nivel de coincidencia (sub-conceptos compartidos) entre las distintas personas del grupo:**

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las medias poblacionales del número de sub-conceptos básicos ponderados según coincidencia entre las distintas personas ($VPSC_b$) entre la aplicación del tratamiento o método A (utilización metodología EMS) y el tratamiento o método B (estudio individual convencional).

³ No tiene sentido plantear la hipótesis alternativa $H_{1_1} : \mu_{A_1} < \mu_{B_1}$, puesto que $\bar{y}_A > \bar{y}_B$. Esto será así tanto en el caso de sub-conceptos básicos, como en los sub-conceptos básicos ponderados. Para los sub-conceptos erróneos $\bar{y}_A < \bar{y}_B$, con lo que $H_{1_2} : \mu_{A_2} < \mu_{B_2}$.

$$H_{0_3} : \mu_{A_3} = \mu_{B_3}$$

Hipótesis alternativa: La media poblacional del número de sub-conceptos básicos ponderados según coincidencia entre las distintas personas (VPSC_b) del tratamiento A (utilización de la metodología EMS) es significativamente mayor que la del tratamiento B (estudio individual convencional).

$$H_{1_3} : \mu_{A_3} > \mu_{B_3}$$

A partir de los resultados obtenidos en este experimento planteado se llevará a cabo el contraste de estas tres hipótesis. **Diremos que la metodología EMS aporta una ventaja importante en el aprendizaje de los conceptos si se puede afirmar las tres hipótesis alternativas planteadas con un grado de seguridad suficientemente elevado.**

4.1.2.4. Metodología

La metodología general utilizada para ello ha sido muy parecida a la utilizada en el punto anterior. En este apartado se explican las particularidades de este segundo experimento.

4.1.2.4.1. Selección de los participantes

Esta parte de la investigación se ha llevado a cabo con la colaboración de los estudiantes de quinto curso de ingeniería de la *Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona - Universitat Politècnica de Catalunya*, que cursaban la asignatura obligatoria de Proyectos.

Igualmente en este caso, el único requisito para participar ha sido que fueran estudiantes de esta misma escuela y curso de ingeniería, con el fin de garantizar que el modo en el que habían aprendido los conceptos de ingeniería era similar (asistiendo al mismo tipo de clases, leyendo el mismo tipo de información, apuntes, etc.).

4.1.2.4.2. Tamaño necesario de la muestra

En cada experimento han participado un total de 60 personas: un grupo de 30 participantes para la aplicación de la metodología EMS y un segundo grupo de 30 personas para la aplicación de un proceso de estudio convencional. A su vez, estos 30 participantes se han agrupado en 6 grupos de 5 personas para la aplicación de ambas metodologías.

Con cada grupo se han realizado dos procesos distintos: un estudio individual con un primer concepto y un proceso EMS con un segundo concepto.

Se han llevado a cabo, pues, dos experimentos de comparación de 2 tratamientos distintos con un total de 30 muestras cada uno.

4.1.2.4.3. Elección de los conceptos a analizar

La elección de los conceptos se ha llevado a cabo buscando un concepto conocido del que todo ingeniero debe tener un conocimiento tanto resultado de los estudios cursados como de la propia experiencia y curiosidad (*motor de combustión de 4 tiempos*) y un segundo concepto no tan conocido pero del que los ingenieros debe tener conocimientos o ser capaces de analizarlo en base a la formación que han recibido y la manera de pensar que le han enseñado (*motor híbrido*). De esta manera se ha buscado poder observar si existen diferencias entre ambos casos.

4.1.2.4.4. Material

El material utilizado ha sido el mismo que en la experimentación anterior (4.1.1.2.2): utilización del formato de externalización de esquemas mentales (EMSF) como pre-test y post-test para poder analizar cuál es el esquema mental de los distintos participantes antes y después de llevar a cabo un proceso EMS o bien un estudio individual convencional.

Al ser éste un experimento con una muestra mucho mayor, se ha preparado también una información escrita para introducir a los distintos participantes a la metodología EMS. El objetivo de esta información ha sido dar a conocer en qué consiste este método y cómo aplicarlo, con el fin de que pudieran llevar a cabo la sesión práctica. En el Anexo B se puede observar esta información, la cual ha sido entregada y leída a todos los participantes antes de iniciar la parte del experimento correspondiente a esta metodología, contestando a las preguntas o dudas que hubiera por su parte.

También en este caso se ha solicitado a los participantes que rellenen un último cuestionario con su opinión personal del experimento realizado y la aplicación de la metodología EMS.

4.1.2.4.5. Proceso

Experimentación práctica y toma de datos para los dos tratamientos (y para dos conceptos):

Con el fin de evitar que otros factores distintos a los analizados puedan influir en la toma de datos, de los 60 participantes agrupados en 12 grupos de manera aleatoria, 6 grupos han empezado realizando el estudio convencional (3 de los cuales con un primer concepto (*motor de combustión de 4 tiempos*) y otros 3 con un segundo concepto (*motor híbrido*) mientras que los otros 6 han iniciado el experimento llevando a cabo la metodología EMS propuesta (nuevamente, 3 grupos trabajando un primer concepto (*motor de combustión de 4 tiempos*) y 3 grupos con el segundo concepto (*motor híbrido*)).

Cuando se ha terminado esta primera fase, los grupos han pasado a analizar el concepto que aún no habían tratado mediante el tratamiento o método (*Metodología EMS o Estudio convencional*) que no habían utilizado en la prueba anterior.

En la tabla 6 adjunta se puede ver un esquema de las pruebas realizadas:

Tabla 5 – Esquema de las pruebas realizadas

Grupo	Prueba 1		Prueba 2	
1	M _A	C ₁	M _B	C ₂
2	M _A	C ₁	M _B	C ₂
3	M _A	C ₁	M _B	C ₂
4	M _A	C ₂	M _B	C ₁
5	M _A	C ₂	M _B	C ₁
6	M _A	C ₂	M _B	C ₁
7	M _B	C ₁	M _A	C ₂
8	M _B	C ₁	M _A	C ₂
9	M _B	C ₁	M _A	C ₂
10	M _B	C ₂	M _A	C ₁
11	M _B	C ₂	M _A	C ₁
12	M _B	C ₂	M _A	C ₁

donde,

M_A es el método o tratamiento A (*metodología EMS*)

M_B es el método o tratamiento B (*estudio individual convencional*)

C_1 corresponde al concepto 1 (*motor de combustión de 4 tiempos*)

C_2 corresponde al concepto 2 (*motor híbrido*)

4.1.2.4.6. Índices utilizados

En el punto 4.1.2.3 se han definido como parámetros que pueden aportar una idea del grado de aprendizaje obtenido la cantidad de sub-conceptos básicos, cantidad de sub-conceptos erróneos y cantidad de sub-conceptos básicos ponderados por nivel de coincidencia entre las distintas personas del grupo (sub-conceptos compartidos).

Así pues, los índices utilizados en este experimento han sido, tomando como base los mismos índices explicados para el experimento anterior (4.1.1.2.4), los valores de el número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b), el número de sub-conceptos erróneos (SC_e) y la ponderación de sub-conceptos básicos según el número de personas que los hayan nombrado ($VPSC_b$).

A partir de la determinación de estos índices en cada experimento, se ha llevado a cabo un análisis detallado de los resultados, y la aplicación del test estadístico de comparación de dos tratamientos explicado anteriormente (4.1.2.2), para determinar si existen diferencias significativas en el nivel de aprendizaje de los conceptos según se aplique uno u otro tratamiento.

4.2. Aplicación de la metodología EMS en la industria

4.2.1. Propuesta de experimentación en la industria

La metodología propuesta para fomentar el intercambio necesario de conocimientos se basa en los resultados obtenidos a partir de las experimentaciones en el campo universitario presentadas en el punto 4.1, consistentes en el intercambio de esquemas mentales en el aprendizaje de conceptos de ingeniería. Como se explica en el capítulo

de resultados (capítulo 5.1), mediante la aplicación del método de EMS en el ámbito universitario se consigue un entendimiento mucho más profundo de los conceptos analizados, llegándose a modificar (cambiar o ampliar) el esquema mental de cada uno de los participantes, y obteniendo un aprendizaje mucho más duradero.

Se propone aplicar este método al caso analizado de la industria, con el fin de que las distintas personas del área puedan llegar a modificar sus propios esquemas mentales sobre los conceptos básicos del trabajo diario, obteniendo esquemas lo más completos y amplios posibles, y con el mayor número de puntos en común. De esta manera, empezarán a establecerse unas primeras bases comunes del modo de actuación global del área y mejorar, así, su rendimiento.

Así pues, partiremos de la hipótesis de que los beneficios observados en la aplicación de la metodología de EMS en el aprendizaje universitario serán extrapolables al aprendizaje en la industria. Esta hipótesis será verificada a partir de los experimentos propuestos a continuación.

4.2.1.1. Objetivo del experimento

El objetivo final de esta experimentación se puede dividir en los siguientes sub-objetivos:

- (1) Comprobar la hipótesis planeada como base de este estudio: el método EMS presenta también beneficios significativos en la aplicación en el ámbito laboral para la transmisión y puesta en común de conocimientos propios del día a día.
- (2) Analizar la aceptación de esta técnica por parte del personal del área participante en la investigación y, a partir de ésta, una posible previsión de su aplicación de manera más o menos natural y voluntaria.
- (3) Establecer los principios básicos que ayudarán a la aplicación de esta técnica de manera continuada, con el fin de conseguir el objetivo final de mejorar la transmisión y comunicación de conocimientos entre las personas implicadas, consiguiéndose así un traspaso de know-how, evitando la pérdida de conocimientos con la marcha de las personas y, como consecuencia, optimizar el trabajo global diario.

4.2.1.2. Metodología

La aplicación práctica de esta metodología se ha llevado a cabo en un departamento técnico de planificación de procesos de una gran empresa de la industria de la automoción, aplicando la metodología EMS a una problemática real.

Debido a las características propias del trabajo diario de este departamento, no ha sido posible llevar a cabo una experimentación con una muestra suficientemente grande como para poder validar nuevamente la metodología mediante métodos estadísticos, sino que se ha buscado poder analizar los resultados, en cuanto a transmisión de conocimientos, en una aplicación particular y real.

4.2.1.2.1. Selección de los participantes

La selección de los participantes se ha llevado a cabo a partir del conocimiento de la problemática actual en la industria explicada en el capítulo de antecedentes (2.2.2): es interesante poder analizar la transmisión de conocimientos entre el grupo de personas más experimentadas que llevan muchos años desarrollando tareas similares y el grupo de personas de incorporación más reciente y con estudios universitarios (ingenieros) y dentro de cada uno de estos mismos dos grupos.

Para ello se han elegido 5 personas con el mismo tipo de tareas dentro del área pero pertenecientes a dos tipos de perfiles muy distintos:

- Dos personas con muchos años de experiencia en la empresa y formados dentro de ella con un tipo de formación muy parecido.
- Tres personas de incorporación más reciente y con estudios universitarios (ingenieros). Cada una de estas personas llevan en la empresa entre 3 y 7 años.

La colaboración de estas personas en la investigación ha sido voluntaria y desligada de ninguna petición de su jefatura (a pesar de haber sido informada previamente).

4.2.1.2.2. Material

La base para obtener resultados de estas pruebas ha sido la misma que en los casos anteriores: se ha utilizado el formato para externalización de esquemas mentales que se definió para los experimentos anteriores (EMSF) (ver 4.1.1.2.2).

Adicionalmente a este formato, se han desarrollado un conjunto de otros formatos e informaciones para poder adaptar la realización de esta prueba al ámbito de la industria. Estos son:

- Información escrita en la que se explica cuál es la finalidad de esta prueba y en qué consiste, así como una descripción general de las diferentes tareas que se les pedirá realizar y el tiempo que se estima para ellas. A partir de esta información y de la explicación y resolución de las dudas que tengan, se les solicita su conformidad de colaboración por escrito (Anexo C).
- Para poder centrar la prueba en la temática y problemática actual del área analizada, se ha precisado información adicional previa sobre sus tareas actuales, los conocimientos que creen que deben conocer perfectamente para llevarlas a cabo, etc. Para ello se ha desarrollado el formato 1 (Anexo C).
- Finalmente, igual que en los casos anteriores, se les ha solicitado rellenar un cuestionario final al terminar la sesión de EMS con el fin de conocer su opinión sobre la metodología, así como posibles mejoras. Para ello se ha preparado un formato 2 específico para el campo de la industria (Anexo C).

4.2.1.2.3. Proceso

Las fases de aplicación práctica en la industria de la metodología EMS son las siguientes:

- Fase previa preparatoria para conocer / definir los puntos importantes básicos del área (objetivo: establecer una base de partida y una relación de conceptos importantes a tratar, según la visión de las propias personas del área) (Fase 1).
- Realización de primeros experimentos aplicando el método EMS y utilizando, para ello, la base de partida definida en la fase (objetivo: comprobar el funcionamiento de éste método en la industria y permitir que las distintas personas del área se familiaricen con él) (Fase 2).
- Aplicación del EMS a aquellos conceptos que las distintas personas del área crean de interés (objetivo: establecimiento de un proceso de transmisión e

intercambio de conceptos y esquemas mentales de manera continuada) (Fase 3).

Adicionalmente, en una fase previa a éstas, se ha solicitado a los distintos participantes de la investigación su opinión acerca de cómo creen que han ido adquiriendo los conocimientos técnicos que utilizan durante su trabajo diario. Esta información se ha utilizado para complementar la ya adquirida a partir de la observación exterior llevada a cabo en este estudio.

Fase 1 - Conocimiento más profundo del área, a partir de las opiniones de sus componentes y establecimiento de una base válida para el EMS

La mejor información (y por el momento la única) disponible sobre el trabajo propio de área y los conocimientos necesarios para llevarlo a cabo es la que poseen cada uno de sus componentes. Pero, ¿cómo conocer esta información? Cada uno de ellos tendrán una información parcial, sesgada según su propio carácter, costumbres, manera de actuar, experiencias, etc. distinta del resto. ¿Cómo poder definir una información válida y que pueda ser útil como punto de partida? El primer paso ha sido llegar a conocer estas informaciones parciales. Para ello, se ha preguntado, a los distintos miembros del área y de forma individual, las siguientes cuestiones:

- ¿Qué conocimientos creen que son básicos para realizar su trabajo del día a día?
- ¿Cuáles creen que son sus funciones o trabajos más importantes?
- ¿Qué información deben conocer para poderlos realizar de manera correcta?
- ¿Cuál creen que es su principal función?
- ¿Cuáles son sus clientes? ¿Qué puntos más importantes creen que deben cumplir para la satisfacción de sus clientes?
- ¿Qué conocimientos debería conocer cualquier analista que estuviera realizando este trabajo? ¿Sin qué conocimientos no sería posible desempeñar el trabajo de manera correcta?

A partir de los resultados de estas preguntas, se ha planteado el inicio de un proceso de detección de puntos importantes para las distintas personas del área que se ha tomado

como punto de partida para una posterior puesta en común mediante la metodología EMS.

Fase 2 - Aplicación del método EMS a conceptos determinados como básicos:

Para ello, se han elegido alguno de los conocimientos básicos sin los cuales las distintas personas del área han afirmado no poder desempeñar las tareas diarias correctamente. El objetivo es poner en común los esquemas mentales propios de cada una de estos conceptos y analizar, mediante un pre-test y un post-test, si existen variaciones en el esquema mental propio de cada una de ellas después de aplicar el método EMS.

Los pasos generales de este método han sido los siguientes:

- Establecer un grupo de 5 personas.
- Elegir un concepto básico a analizar.
- Pre-test: Mediante el formato EMSF preestablecido, realizar, individualmente, una externalización del esquema mental de cada uno de los conceptos elegidos.
- Aplicación del método EMS:
 - o Externalización, en voz alta y en presencia de todo el grupo (las 5 personas), del esquema mental propio. Este proceso ha sido llevado a cabo por todos los individuos del grupo. Ha sido importante que se expresaran al máximo la idea que cada uno tenía en la cabeza, utilizando, para ello, comparaciones, esquemas, dibujos, metáforas, etc. (este proceso tiene puntos comunes con la fase de knowledge externalisation que propone Nonaka (Nonaka 1994)). Ha sido imprescindible que existiera una escucha activa por parte de los otros miembros del grupo.
 - o Después del proceso individual se ha iniciado un periodo de preguntas, comentarios, etc. con el fin de poder completar o esclarecer al máximo los puntos de vista de las otras personas. Esta interconexión ha sido importante, puesto que ha sido el feedback de las otras personas el que ha obligado a reflexionar sobre las propias ideas.

- Este proceso ha terminado mediante un proceso natural, cuando las distintas personas del grupo han creado no poder aportar ningún matiz adicional a los conceptos e ideas ya explicados.
- Se ha propuesto, como punto adicional al EMS, que al final de la sesión los participantes escribieran, conjuntamente, las conclusiones a las que han llegado. (Podría plantearse incluso que estas conclusiones conjuntas se escribieran en una base de datos común a todos que posteriormente pudiera ser consultada por todos ellos (sería, pues, una aplicación informática para el Knowledge Management)).

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona Departament de Projectes d'Enginyeria	
EXTERNALIZACIÓN DEL ESQUEMA MENTAL DE UN CONCEPTO	METODOLOGÍA EMS (EXCHANGE OF MENTAL SCHEMES)
<p>Intentar TRANSMITIR TU IDEA MENTAL del concepto</p> <p>Intentarlo expresar de la manera más FIEL posible a TU ESQUEMA MENTAL PROPIO</p> <p>NO poner límites a la externalización</p> <p>Utilizar los RECURSOS que consideres NECESARIOS (escrito, dibujos, esquemas, metáforas, comparaciones, ...)</p> <p>Ejercicio INDIVIDUAL</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fase I</p> <p>Cada persona debe explicar, EN VOZ ALTA, su ESQUEMA MENTAL del concepto</p> <p>Utiliza los RECURSOS que consideres NECESARIOS (metáforas, comparaciones, dibujos, esquemas, ...)</p> <p>Imprescindible una ESCUCHA ACTIVA por parte de los otros participantes</p> <p>Intentar ENTEDER, lo mejor posible, lo que los compañeros intentan transmitir</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fase II</p> <p>PREGUNTAR, REFLEXIONAR, pedir MÁS EXPLICACIONES,... hasta entender los puntos de vista de los demás participantes</p> <p>TODAS las personas deben EXPLICAR su propio concepto</p> <p>TODAS las personas deben PARTICIPAR en las reflexiones posteriores</p> <p>Ejercicio en GRUPO</p>

Figura 8 – Tarjetas “recordatorio” utilizadas durante la sesión EMS

- Post-test: Mediante el mismo formato utilizado en el pre-test, se ha realizado un segundo ejercicio de externalización individual del esquema mental del concepto tratado, con el fin de observar diferencias antes y después de la puesta en común de éste.
- Como último punto ha sido importante conocer la sensación de cada una de las distintas personas que han participado en este ejercicio en referencia a

los beneficios obtenidos. El hecho de una futura utilización dependerá, totalmente, del deseo particular de cada uno de ellos: sólo si piensan que es una práctica con sentido que les aporta algún beneficio la aplicarán de manera natural y sin imposición. Para conocer esta opinión, se ha planteado que cada uno de ellos rellenaran un cuestionario relacionado con su propia experiencia al participar en esta investigación.

Fase 3 - Aplicación del método EMS, de manera natural, a conceptos interesantes para las personas del área.

Si el resultado del punto anterior es exitoso, y la sensación de los distintos participantes coincide en detectar un beneficio en esta metodología, la aplicación de ésta se conseguirá de modo natural sin necesidad de imposición externa.

A pesar de ello, la falta de tiempo puede ser un factor que puede influir en contra de esta aplicación no forzada: el ritmo y la urgencia de las actividades diarias hará que sea difícil que las distintas personas puedan coincidir en el mismo periodo de tiempo para llevarla a cabo. Para evitarlo, es de interés fijar una fecha inamovible, por ejemplo la última hora de la jornada laboral de un día concreto y con una frecuencia dada (quincenal, por ejemplo). Será al final del día de trabajo cuando las distintas personas tendrán ganas de descansar y hacer una actividad más relajada y sin urgencias. También será importante que la jefatura conozca y respete esta cita (incluso sea respetada por personas de fuera del área). Sólo de esta manera podrá conseguirse mejorar la comunicación y con ello optimizar el funcionamiento del área resolviendo, total o parcialmente, los problemas planteados en el apartado 2.2.2.

4.2.1.2.4. Índices utilizados

Los índices utilizados para el análisis de los resultados han sido los mismos que se han utilizado en las pruebas anteriores (4.1.1.2.4 y 4.1.2.4.6) para validar la metodología EMS en el ámbito universitario. Estos han sido básicamente:

- Número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b): En la aplicación en el ámbito universitario se afirmaba que, si una persona era capaz de explicar los aspectos básicos de un concepto, aquellos aspectos sin los cuales un concepto no estaría completo, entonces el grado de aprendizaje se consideraba adecuado. Al adaptar este mismo concepto al proceso de transferencia de conocimientos en el ámbito industrial se afirma que:

- Si el número de sub-conceptos básicos correctos externalizados por una persona en un post-test es mayor que en el pre-test, se asume que su esquema mental ha sido completado, probablemente debido a que la transmisión de conocimiento de otras personas del grupo y/o por el proceso de reflexión llevado a cabo durante la externalización de su propio esquema mental.
 - Si el número total de sub-conceptos básicos correctos externalizados por el grupo en el post-test es mayor que en el pre-test, se asume que el conocimiento del grupo ha mejorado, probablemente debido al proceso de reflexión llevado a cabo a partir de la combinación de los distintos esquemas mentales.
- Número de sub-conceptos rechazados (SC_r): Sub-conceptos que han sido rechazados después de la aplicación de la metodología EMS.

En el ámbito universitario, nos referíamos a este mismo parámetro con el nombre de “sub-conceptos erróneos” (al referirnos a conceptos de ingeniería es más sencillo determinar si una idea dada es errónea o no: cuando una explicación de una persona sobre un concepto específico no contiene afirmaciones erróneas, éste se asocia a un buen aprendizaje). En el ámbito industrial, sólo se afirma que un concepto es rechazado o no durante la aplicación de EMS por alguien, probablemente debido a la transmisión de conocimientos de otras personas del grupo y/o a través del proceso de reflexión llevado a cabo durante la externalización del esquema mental propio.

- Número de sub-conceptos compartidos (sub-conceptos básicos ponderados por el grado de coincidencia) ($VPSC_b$).

Al igual que en el ámbito universitario, en la aplicación en la industria se entiende este último parámetro como aquél que prioriza aquellos sub-conceptos básicos que han nombrado varias personas del grupo, en relación a aquellos sub-conceptos básicos individuales (nombrados únicamente por una persona) o compartidos por pocas personas del grupo. Se entiende que el proceso de transmisión de conocimiento ha sido llevado a cabo eficientemente cuando distintas personas entienden lo mismo por un concepto y son capaces de llevar a cabo razonamientos conjuntos.

$$VPSC_b = \sum_{n=1}^5 SC_{bn} \cdot 2^{(n-1)}$$

También en esta aplicación industrial se ha llevado a cabo una codificación de las sesiones a partir del análisis de protocolo de sus grabaciones: se ha realizado la transcripción de las verbalizaciones de los cinco participantes, el momento en el que se han llevado a cabo y la relación existente de precedencia con las otras explicaciones llevadas a cabo. Los gestos de afirmación / negación también han sido codificados. La nomenclatura utilizada es la ya expuesta en el punto 4.1.1.2.4.2. A continuación destacamos los objetos de transcripción de verbalizaciones:

Explicación:

E_I	Explicación individual
E_E	Extensión de una explicación previa
E_{EP}	Extensión de una explicación previa propia
E_{EO}	Extensión de una explicación previa de otra persona del grupo.

Feedback:

F_A	Feedback afirmativo (F_{AG} - Afirmación gestual)
F_N	Feedback negativo (F_{NG} - Negación gestual)
F_D	Feedback de duda
P	Pregunta

Conclusión final / Resumen:

E_C	Resumen
----------------------	---------

Los distintos objetos de verbalización han sido codificados en secuencia cronológica. Con el fin de visualizar el flujo de ideas principales, cada verbalización ha sido relacionada con la misma idea o concepto con un subíndice numérico que la representa (ver Tabla 6).

	Diseñador 1	Diseñador 2	Diseñador 3	Diseñador 4	Diseñador 5
00:00	E _I - 1				
00:04		F _D - 1			
00:04		Q - 1			
00:05	E _{EP} - 1				

Tabla 6 – Ejemplo de transcripción de análisis del protocolo (idea / sub-concepto “1”)

4.2.2. Resultados esperado

A partir de las carencias y características observadas a lo largo del capítulo de antecedentes (punto 2.2.2), se han definido los resultados más significativos que se esperan encontrar con la aplicación de esta metodología en el ámbito de la industria.

- *Intercambio de ideas y conceptos con el fin de determinar cuáles son los principios básicos para llevar a cabo correctamente el trabajo diario del área.* A partir de este intercambio, se espera que los conceptos mentales de las personas implicadas se modifiquen, cambiándose o simplemente ampliándose, llegando a conclusiones mucho más convergentes que antes de realizar la experimentación. Se espera que las opiniones de las otras personas hagan reflexionar a cada una de ellas y entender mejor el trabajo del área. Una posible consecuencia de este intercambio puede ser la de surgir una cierta complicidad entre estas personas a raíz de conocer mejor las opiniones y manera de pensar de las personas que les rodean a diario y con las que no suelen interactuar.
- *Realizar una puesta en común de cada uno de los principios y conocimientos básicos relativos al trabajo diario de las distintas personas del área definidos a partir de la experimentación anterior.* Nuevamente se espera un cambio del esquema mental propio, tal y como se propone en el punto anterior. Esta vez, se estará profundizando sobre alguno de los puntos que, conjuntamente, se han determinado como básicos para realizar el trabajo diario. Se prevé que, antes de realizar el experimento, los puntos de vista de cada uno de ellos diverja, mientras que, después del experimento se haya llegado a establecer puntos importantes del concepto coincidentes en todos los esquemas mentales de las distintas personas.

- *Establecer una sistemática para intercambiar problemas que vayan surgiendo a cada uno de ellos y obtener una posible solución basada en las experiencias de los compañeros.* Como consecuencia de los ejercicios anteriores de intercambio de esquemas mentales relativos a conceptos básicos importantes, se espera que estas mismas personas, con la ayuda de algunas premisas para aplicar la metodología planteada, realicen, por iniciativa propia, sesiones de intercambio de aquellos puntos que les sean importantes. Esta última parte será muy difícil de analizar y cuantificar, y sólo podrá realizarse mediante la observación del comportamiento general y la realización de consultas en forma de formulario que puedan realizarse periódicamente a las personas que participaron. Algunos puntos de los que se les plantearán en la guía como posibilidad de aplicación del método son los siguientes:

- Intercambio de conceptos básicos comunes
- Intercambio de conceptos relativos a los deseos y premisas de los distintos clientes y cómo cumplirlos (si es que realmente aportan, globalmente, un beneficio (análisis de rentabilidad global)).
- Intercambio de conceptos relativos a la resolución de problemas que se les plantean (posiblemente ya solucionados anteriormente por otras personas).
- Intercambio de experiencias en las que se han cometido errores.
- Intercambio de conceptos acerca de cómo y dónde encontrar información.
- Intercambio de conceptos referentes a la relación con los proveedores.

4.2.3. Cambio cultural necesario para la transmisión de conocimientos y el intercambio de ideas

Tal y como se ha introducido en el punto 2.2.2.2, el factor “falta de tiempo” será un factor decisivo para la aplicación con éxito o no de esta metodología en el mundo industrial. Pero este no es el único factor importante, sino que, para que el funcionamiento global sea el esperado, hará falta que venga acompañado por un cambio cultural importante que fomente este tipo de actividades ((Gopalakrishnan and Santoro 2004), (Ndlela and du Toit 2001)).

En este apartado se plantean una serie de posibles limitaciones detectadas a priori. Su clasificación se ha hecho según sean limitaciones propias que se auto-imponga cada persona o bien limitaciones externas (de la organización o de la jefatura).

Limitaciones auto-impuestas:

- Miedo a compartir el conocimiento por pérdida de poder (Ndlela and du Toit 2001).
- Miedo a hacer el ridículo al explicar los propios esquemas mentales.
- Las personas más experimentadas pueden tener unos conceptos tan formados que no acepten otras maneras de pensar o de proceder.
- Falta de costumbre de escuchar a los demás.
- No saber abrir suficientemente la mente a nuevas ideas.
- Posibles prejuicios entre personas experimentadas y personas jóvenes recién incorporadas.
- Entender esta actividad como una pérdida de tiempo o como una actividad sin utilidad ni aportación alguna.

Limitaciones de la organización y/o de la jefatura:

- No fomentar, entre sus colaboradores, el capital humano y conocimiento como parte fundamental e imprescindible sin la cual no podría realizarse el trabajo diario.
- Ambiente general de falta de tiempo o reacio a este tipo de actividades (Ndlela and du Toit 2001).
- No respetar las citas de sus colaboradores con otras personas del área para llevar a cabo este método.
- No escuchar y/o aceptar las ideas de mejora que puedan surgir de estos encuentros.
- Querer conocer el resultado de estos experimentos (implicaría la aparición de miedo por parte de los colaboradores para actuar con libertad en las distintas sesiones).

Es imprescindible, pues, conseguir un clima propicio para la transmisión de conocimientos y el intercambio de ideas, y, para ello, deben establecerse unas bases claras que lo faciliten.

- Será muy importante la transmisión de la idea de que el conocimiento sin compartir no es un conocimiento válido y que la transmisión del conocimiento es *poder* para todas las personas que participan en esta transmisión.
- Fomento de la idea de que el capital del departamento son sus personas y el conocimiento que ellas poseen y que siguen adquiriendo de manera continuada con su trabajo diario.
- Clima de cordialidad, relajación y distensión.

Adicionalmente, deberá tenerse en cuenta las siguientes normas a aplicar durante el proceso de intercambio de esquemas mentales:

- Ambiente de relax (sin estrés)
- Tratar temas no ligados directamente con alguna persona para poder opinar con libertad sin herir a nadie.
- Respetar las ideas de los demás y no discutir o entrar en conflictos.
- Abrir el máximo la mente para entender los esquemas mentales de las demás personas.
- Utilizar, si se cree adecuado, exageraciones e ideas que incluso puedan parecer no tener ninguna base, si éstas ayudan a expresar, de algún modo, la manera propia de pensar acerca de un concepto determinado.
- Nadie podrá reírse de ninguna otra persona del grupo (como sucede en el Brainstorming).
- Hacer el máximo de comentarios y reflexiones referentes a los conceptos expresados por terceros (interactuar al máximo).
- Esta técnica se plantea como únicamente una posibilidad de aprendizaje, y por lo tanto, de beneficio para sus participantes. Los resultados de estas sesiones, pues, no deben trascender a la jefatura (a excepción de que surja alguna idea

conjunta de la que se necesite del apoyo de la jefatura para llevarla a cabo). Se busca que estas personas puedan aplicar la metodología tranquilamente sin cohibirse. La jefatura sí deberá permitir el tiempo dedicado, e incluso fomentarlo, y tendrá en cuenta, como resultado de esta política, las ideas conjuntas que surjan.

5. Análisis de Resultados

5. Análisis de resultados

En este capítulo se presentan los resultados de las experimentaciones presentadas en el capítulo anterior.

- En una primera parte del capítulo se explican los resultados obtenidos en el ámbito del aprendizaje de conceptos en la universidad: en primer lugar los resultados de las primeras pruebas nos permiten observar primeras tendencias de la aplicación de la metodología. La segunda parte corresponde a los resultados de la aplicación del método EMS a una muestra mayor con el fin de validar los resultados estadísticamente.
- La segunda parte del capítulo consiste en los resultados de la aplicación práctica de esta metodología, ya validada estadísticamente en el apartado anterior de este mismo capítulo, en el ámbito de la industria en un caso práctico y real.

5.1. Aplicación de la metodología EMS en aprendizaje de conceptos en el ámbito universitario

5.1.1. Primeros análisis para observar tendencias

Los resultados obtenidos de cada uno de los cuatro experimentos que se llevaron a cabo en esta primera fase de la investigación fueron evaluados analizando los formatos EMSF y en base a los índices explicados en el apartado 4.1.1.2.4.

Estos resultados se presentan divididos en cuatro bloques correspondientes a estos cuatro experimentos realizados. Un quinto bloque corresponde a la interpretación y discusión de los resultados.

5.1.1.1. Determinar la diferencia existente entre esquemas mentales básicos

Los conceptos analizados en el grupo de 10 personas fueron, para esta primera prueba, Inercia, Voltaje y Electromagnetismo.

En la Figura 9 se ha graficado una distribución de SC_m representativa de los resultados obtenidos.

Se puede observar que el % de sub-conceptos individuales fue muy elevado, seguido por el número de sub-conceptos compartidos por dos personas. El número de sub-

conceptos compartidos por la mayoría de las 10 personas fue, en cambio, mínimo.

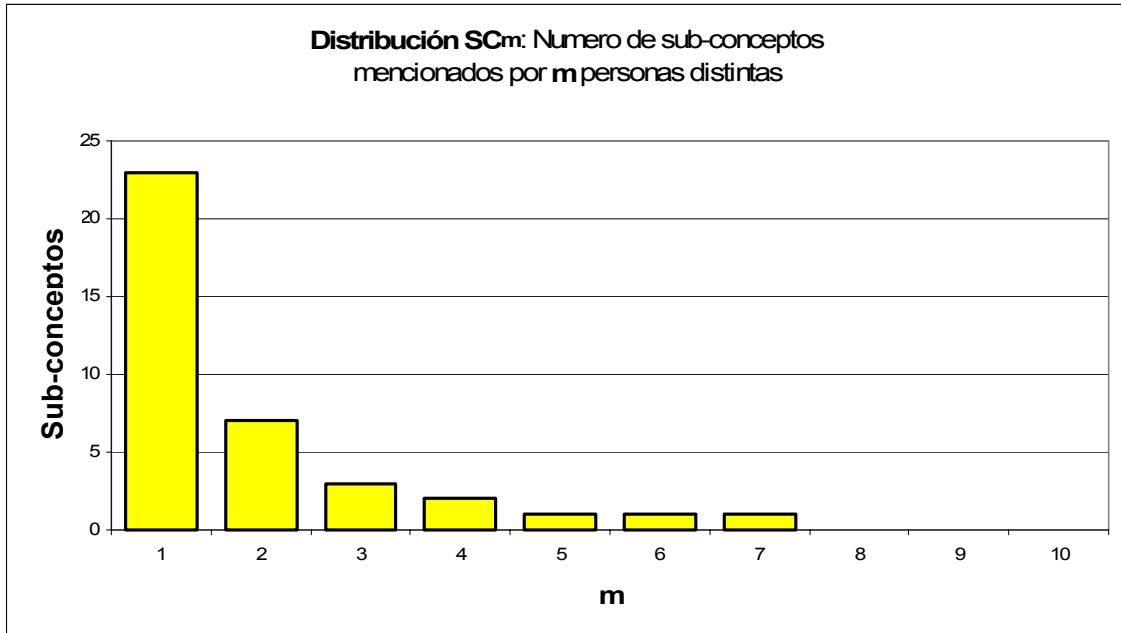


Figura 9 – Distribución de SC_m (número de sub-conceptos que han nombrado m personas distintas, con m = (1, ..., número de personas))

Como ejemplo, relativo a la Inercia, el sub-concepto “tendencia a un movimiento” fue solo mencionado por una persona, mientras que el sub-concepto “la inercia es una fuerza” fue mencionado por dos personas.

SC_1 (%) \approx 60 % (porcentaje de los sub-conceptos que fueron mencionados por sólo una persona)

SC_2 (%) \approx 20 % (porcentaje de los sub-conceptos que fueron mencionados sólo por dos personas)

Si se analiza el número de sub-conceptos individuales por persona (SC_{ipn}), respecto al número de sub-conceptos expresados por esa persona (SC_{pn}) se observa que no existe ningún patrón preestablecido: existen personas que expresan muchos sub-conceptos distintos (por encima de la media SC_{av}), y que no expresan ningún sub-concepto individual y, en cambio, existen personas que la mayoría de los sub-conceptos expresados son individuales (Figura 10 y Figura 11).

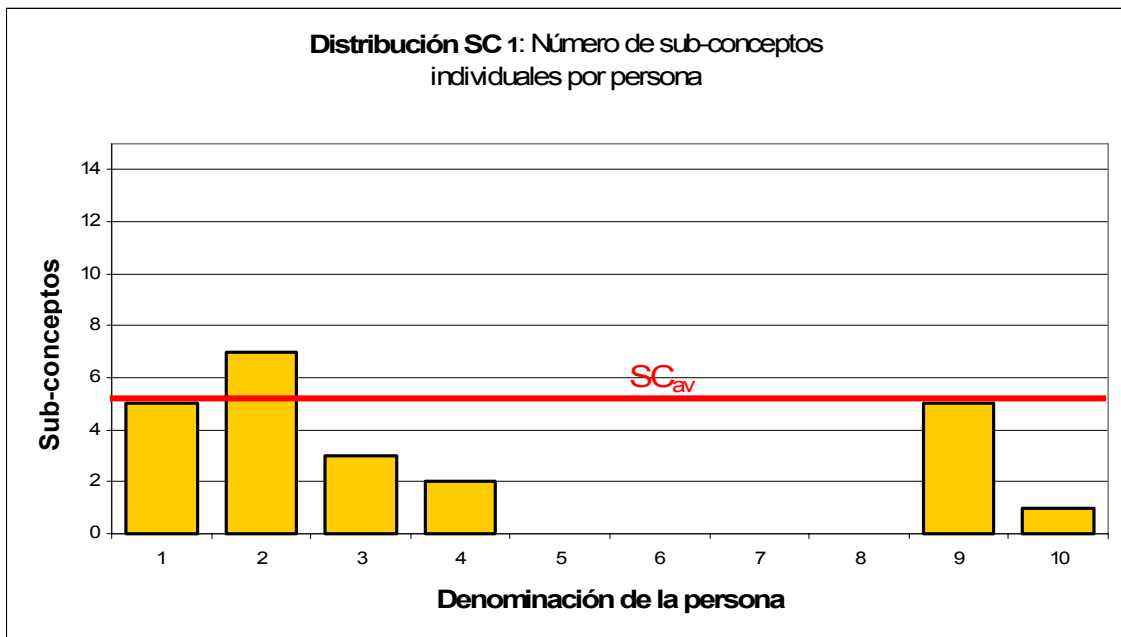


Figura 10 – Distribución de SC₁ (número de sub-conceptos individuales)

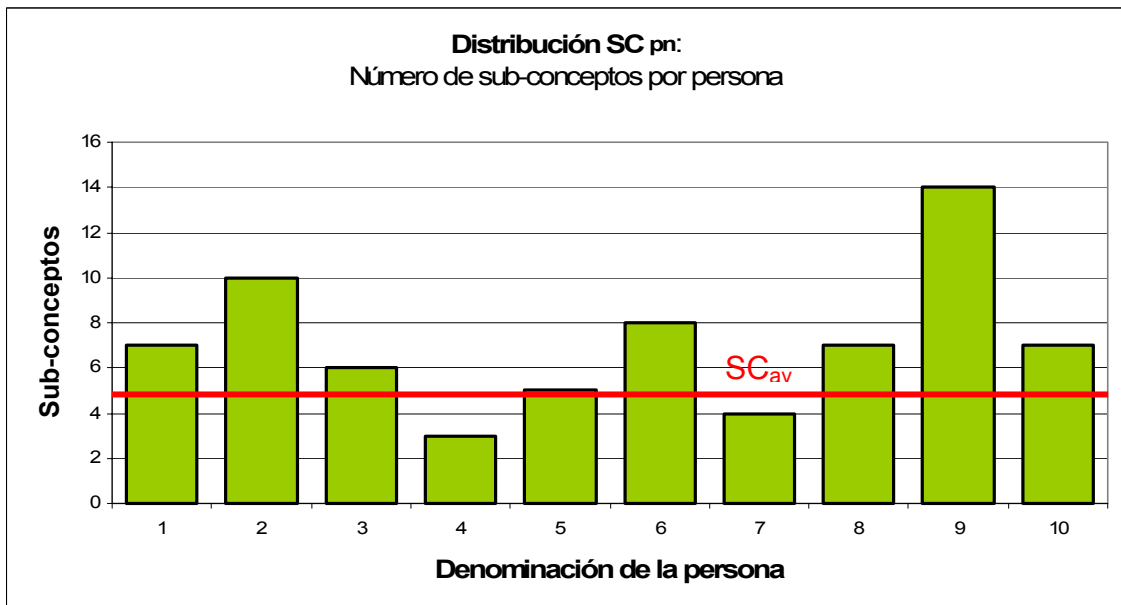


Figura 11 – Distribución SC_{pn} (número de sub-conceptos expresados por persona)

De este primer punto se puede concluir que,

- La mayor parte de los sub-conceptos expresados no son compartidos por ningún otro individuo (son sub-conceptos individuales).

- El número de sub-conceptos expresados por cada persona sobre un mismo concepto es distinto.
- Hay personas que la mayoría de los sub-conceptos que expresan sobre un concepto son comunes con sub-conceptos expresados por otras personas.
- Hay personas que la mayoría de los sub-conceptos que expresan no son comunes con los sub-conceptos expresados por otras personas.

Parece, pues, que tiene sentido analizar el efecto que del intercambio de estos esquemas mentales tan distintos.

5.1.1.2. Aplicación del método EMS a conceptos ya conocidos

Tal y como se ha explicado anteriormente (4.1.1), se formaron dos grupos distintos de 5 personas cada uno. Con el primer grupo se ha llevado a cabo un “proceso de control” (estudio individual convencional del concepto Gravedad) y un proceso de EMS (con el concepto Electrólisis). Posteriormente, se ha repetido el experimento con el segundo grupo, intercambiando los conceptos (aplicando el proceso EMS al concepto Gravedad y llevando a cabo un estudio convencional con el concepto Electrólisis).

Los resultados se resumen en la siguiente tabla (Tabla 7)

De la Tabla 2 se puede concluir que, aplicando el método de EMS:

- Se observa una reducción del número de sub-conceptos expresadas por concepto (SC_T).
- Se eliminan los sub-conceptos erróneos (SC_e). (La interacción entre el grupo en la segunda fase del método EMS ayuda a rechazar los sub-conceptos erróneos y a darse cuenta de porqué son erróneos. Este hecho se puede observar claramente en las sesiones grabadas en video).
- Aumenta el porcentaje de sub-conceptos básicos (SC_b) (en el experimento llevado a cabo con el concepto Gravedad, no sólo no hubo un aumento del porcentaje de los sub-conceptos básicos sino que también aumentó la cantidad. Este hecho se debe a la interacción lógica entre las personas del grupo en la segunda fase de la aplicación del método EMS (los participantes recuerdan sub-

conceptos básicos que antes no habían mencionado o simplemente los deducen de manera lógica, a partir de la capacidad lógica y crítica que los estudiantes de ingeniería adquieren durante sus estudios). (El sub-concepto “Es inversamente proporcional a la distancia” es un ejemplo de ello.)

- Siguen existiendo sub-conceptos adicionales (SC_a) y correctos, aunque tienden a disminuir (en el experimento llevado a cabo con el concepto Electrólisis, el número de sub-conceptos adicionales y correctos bajó, aunque no lo hizo su porcentaje)

Tabla 7 – Resultados obtenidos del análisis de los conceptos gravedad y electrólisis

	Sin intercambio de esquemas mentales	Con intercambio de esquemas mentales (EMS)
Gravedad		
Sub-conceptos básicos	25 % (2 sub-conceptos individuales, 1 sub-concepto compartido por todos)	60 % (6 sub-conceptos compartido por todos)
Sub-conceptos adicionales	50%	40%
Sub-conceptos erróneos	25%	0%
Total de sub-conceptos (*)	12	10
Electrólisis		
Sub-conceptos básicos	22 % (1 sub-conceptos individuales, 2 sub-concepto compartido por dos personas)	37,5 % (2 sub-concepto compartidos por todos, 1 sub-conceptos individuales)
Sub-conceptos adicionales	39%	62,5%
Sub-conceptos erróneos	39%	0%
Total de sub-conceptos (*)	18	8

(*) Incluyendo conceptos erróneos

- Los sub-conceptos básicos (SC_b) fueron repetidos prácticamente por todas las personas del grupo. Por ejemplo, referente a Gravedad, los sub-conceptos “Fuerza”, “Atracción”, “entre dos cuerpos”, “depende la masa” y “varia

inversamente proporcional a la distancia” fue nombrado por todas las personas del grupo que llevó a cabo el proceso EMS, mientras que, en el grupo de control, estos sub-conceptos fueron mencionados por sólo una o como máximo dos personas.

5.1.1.3. Aplicación del método EMS a conceptos menos conocidos, a partir del documentación escrita

Los resultados se resumen en la **Tabla 8**:

Tabla 8 – Resultados del EMS del conceptos de Rayos X, partiendo de información teórica escrita.

	Sin intercambio de esquemas mentales	Con intercambio de esquemas mentales (EMS)
Rayos X		
Sub-conceptos básicos	20 % (1 sub-concepto compartido por todos, 1 sub-concepto compartido por 2, 1 sub-concepto individual)	60 % (6 sub-conceptos compartido por todos)
Sub-conceptos adicionales	63%	50%
Sub-conceptos erróneos	0%	0%
Sub-conceptos fáciles de olvidar	67%	17%
Total de sub-conceptos (*)	14	6

(*) Incluyendo conceptos erróneos

De la **Tabla 8** se puede concluir que, aplicando el método de EMS:

- Se observa una reducción del número de sub-conceptos expresados por concepto (SC_T) (igual que en el punto anterior).
- No hay sub-conceptos erróneos en ninguno de los dos casos, por disponer de

información teórica escrita (SC_e).

- Aumenta el porcentaje de sub-conceptos básicos (SC_b) (igual que en el punto anterior).
- Siguen existiendo sub-conceptos adicionales (SC_a) y correctos, aunque tienden a disminuir (igual que en el punto anterior).
- El número de sub-conceptos que se prevén fáciles de olvidar (SC_{ef}) ha disminuido (debido al hecho que a todos los participantes se les ha dado información teórica escrita, con el “estudio individual” de esta información es fácil que muchos sub-conceptos, que presentan cierta dificultad para ser entendidos en profundidad, sean fácilmente recordados). Ejemplos de este punto son “los rayos X no tienen la misma naturaleza que los rayos catódicos” o “los rayos X producen ionización de los gases”.

5.1.1.4. Análisis de los esquemas mentales de los conceptos trabajados transcurrido un cierto tiempo

Con el fin de introducir el factor tiempo a este análisis, se ha repetido el último experimento transcurridas dos semanas. La elección del periodo de dos semanas entre ambas sesiones ha sido causada por temas organizativos ajenos al desarrollo de esta tesis. A pesar de ser un tiempo no muy elevado, sí que ha sido suficiente para poder observar tendencias interesantes.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- **Sin** intercambio de esquemas mentales:
 - En 2 semana, se han olvidado, por todas las personas que las habían expresado, 6 de los 9 sub-conceptos que se habían considerado como fáciles de olvidar. (Algunos ejemplos son “la propiedad de fluorescencia de los rayos X con ciertos materiales”, “los rayos X no tienen la misma naturaleza que los rayos catódicos”, “los rayos X producen ionización de los gases”, etc.) Adicionalmente, un séptimo sub-concepto ha sido olvidado por una de las dos personas que la había expresado (“Los rayos X son una radiación que tiene su origen en la detección de los rayos catódicos”). Resulta un total de 14 sub-conceptos olvidados por las 5 personas que han intervenido en este ejercicio.

- De los sub-conceptos considerados básicos, uno de ellos ha sido olvidado por una de las personas que la había expresado (“Los rayos X pueden atravesar fácilmente los cuerpos opacos”). Únicamente uno de los sub-conceptos básicos ha sido nombrado por todos los miembros del grupo.
- **Con** intercambio de esquemas mentales:
- Todos los sub-conceptos básicos han seguido siendo expresados por todas las personas del grupo.
 - Únicamente se ha olvidado el sub-concepto que se había considerado como fácil de olvidar (que había sido expresada por una única persona) (“Los rayos X tienen su origen en la reflexión de los rayos catódicos”).
 - El resto de sub-conceptos han sido repetidos tal y como se había hecho dos semanas antes.

5.1.1.5. Resultados obtenidos mediante el análisis del protocolo

A partir del análisis del protocolo de las distintas sesiones es posible observar la existencia de las cuatro fases definidas en el capítulo anterior (fase inicial de explicación individual, fase de interacción / feedback, fase de confirmación / ampliación / modificación, fase de conclusiones finales), a pesar de estar, en ocasiones, entremezcladas. Es habitual encontrar entrelazadas fases de explicación inicial con fases de interacción / feedback, probablemente por la falta de experiencia en la aplicación de la metodología o, incluso, por no haber recibido una formación suficientemente de cómo debe llevarse a cabo dicha aplicación. En los siguientes experimentos llevados a cabo, la explicación e ejemplificación previa de la metodología EMS y su aplicación ha sido ampliada para mejorar la puesta en práctica.

A partir de la observación de la codificación de cada una de las sesiones (ver Anexo D), es posible observar las actividades principales en las que se basa la metodología: existencia de reflexión individual y reflexión conjunta, generadas a partir de feedback entre los participantes, y que concluyen en la modificación y ampliación de conceptos pre-establecidos, terminando con una conclusión global común entre ellos.

El análisis detallado de los protocolos permite afirmar que el aumento de SC_b y eliminación de SC_e es debido al proceso de feedback propio de la metodología EMS y no

debido a que una única persona tenga un conocimiento profundo y completo que haya transmitido al resto de participantes de la sesión.

5.1.1.6. Opinión personal de los participantes después de llevar a cabo un proceso EMS

Después de cada proceso EMS, se ha solicitado a los participantes que rellenaran un cuestionario sobre su opinión personal sobre este proceso. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- En la mayoría de los casos consideran que su esquema mental ha cambiado, entendiendo como cambio no sólo una modificación sino también una ampliación de éste.
- También en su mayoría creen que después del EMS el concepto que tienen es más claro, más profundo y, en algunos casos, más interesante. Ayuda a reflexionar, a aclarar las propias ideas y a ver nuevos matices aportados por otros participantes.
- Creen que sería interesante aplicarlo en el aprendizaje habitual entre grupos de estudiantes o compañeros, pero requiere un tiempo elevado para cada concepto.
- Como puntos de mejora citan realizar el EMS con un mayor número de participantes, aunque no demasiado grande para que todos los participantes puedan hablar, e incluso realizar grupos mixtos entre profesores y alumnos.
- Finalmente, algún participante propone realizar una pequeña documentación sobre el tema tratado, conjuntamente, una vez finalizado el EMS.

5.1.1.7. Interpretación y discusión de resultados

Se puede observar una tendencia interesante en los resultados de estos primeros cuatro experimentos. Los esquemas mentales que las personas han creado sobre los distintos conceptos se diferencian de manera importante. Incluso aquellos referentes a conceptos básicos que, habiéndolos aprendido de un modo parecido, asistiendo al mismo tipo de clases y a partir de información teórica equivalente, el remanente que queda en la mente de cada una de estas personas es muy distinto. Este hecho puede ser debido a que, en el momento de su aprendizaje, no se profundizó suficientemente sobre el concepto a estudiar y lo que cada persona retuvo en su mente fueron ideas poco trabajadas y sin

una base estable, fáciles de confundir u olvidar transcurrido un cierto tiempo.

Estas diferencias se observan con los resultados del primer punto del estudio: aproximadamente el 60% de los sub-conceptos expresados sobre un mismo concepto los ha nombrado una única persona del grupo, sin coincidir con ninguna otra persona, seguido de un 20% de sub-conceptos compartidos por únicamente dos personas. El resultado esperado consistente en una coincidencia de un % elevado de conceptos básicos repetidos por la mayoría de ellos no se ha dado en ningún caso.

En un segundo paso, al intentar verbalizar el esquema mental propio, los participantes se han encontrado con cierta dificultad al darse cuenta que lo que estaban expresando no tenía, en ocasiones, mucho sentido (si lo analizaban de la manera crítica en la que están acostumbrados a analizar los múltiples problemas y situaciones que se les presentan a lo largo de la carrera) (este hecho puede deducirse a través de una observación detallada de las sesiones grabadas en video y a través del análisis del protocolo). Al ir avanzando el proceso oral de intercambio de esquemas mentales han ido surgiendo, a partir del análisis lógico compartido, sub-conceptos con sentido y otros sub-conceptos que han ido desechando por falta de éste. El resultado de este proceso EMS ha sido la obtención de una serie de sub-conceptos claros y básicos que todos parecen haber interiorizado, pero dejando a un lado otros sub-conceptos adicionales también correctos que no forman parte del núcleo del concepto (los autores creen que estos sub-conceptos adicionales no habrán sido olvidados, sino que habrán pasado a un segundo plano respecto al núcleo de sub-conceptos básicos a las que han llegado como conclusión).

Este análisis se puede ver en los resultados del segundo ejercicio de esta primera experimentación: se reduce el número de sub-conceptos totales, eliminándose totalmente los sub-conceptos erróneos (por no haber superado el proceso lógico en grupo al que han sido sometidos), y siendo repetidos por todas las personas del grupo los sub-conceptos básicos o núcleo del concepto.

Al simular el proceso de aprendizaje de conceptos nuevos, en la tercera parte de esta primera investigación, se ha visto que el grupo que ha realizado el estudio individual ha anotado una serie de sub-conceptos, coincidiendo muchos de ellos en estos mismos sub-conceptos, que, todo y ser ciertos, parecen ser sub-conceptos fáciles de olvidar, seguramente por no haber llegado a profundizar en estos por falta de conocimientos (por ejemplo, “la propiedad de fluorescencia de los rayos X con ciertos materiales”). El grupo que ha realizado el EMS no ha coincidido en casi ninguno de estos sub-conceptos, sino

que se ha centrado en el principio básico (nombrado por el otro grupo como un sub-concepto más) y lo ha analizado más profundamente. El resultado ha sido que, pasado un tiempo de únicamente dos semanas, la mayoría de los sub-conceptos correctos expresados por el grupo de estudio individual han sido olvidados, mientras que el grupo que ha llevado a cabo el EMS recordaba perfectamente el principio básico. Entender este principio básico les facilitará, probablemente, en un futuro, poder ir adquiriendo más sub-conceptos relacionadas con este concepto a base de la reflexión.

Finalmente, al análisis de las opiniones personales de los participantes nos ratifica los resultados encontrados: creen que sus conceptos se han modificado y ampliado, clarificándose, reflexionando sobre las propias ideas y adquiriendo nuevos matices de otras personas.

Como conclusión, podemos decir, pues, que los esquemas mentales creados a partir de un estudio individual habitual (incluso a partir de las mismas clases y la misma documentación teórica) difieren en un modo importante entre los distintos individuos.

El método EMS parece facilitar una reflexión profunda en grupo sobre los conceptos tratados, modificándose los esquemas mentales propios, eliminándose los sub-conceptos erróneos e sub-conceptos fáciles de olvidar y centrándose en los sub-conceptos básicos de estos conceptos. El factor tiempo también parece afectar de manera diferente a los esquemas mentales creados a partir del estudio individual o aplicando el proceso EMS: éstos últimos son más estables debido a la reflexión que se ha llevado a cabo en el momento de fijarlos.

La tendencia de estos primeros resultados y conclusiones a los que se ha llegado a partir de esta primera investigación con una muestra reducida, debe corroborarse y validarse estadísticamente en una segunda experimentación con una muestra suficientemente amplia (5.1.2).

5.1.2. Ampliación de la experimentación para la validación estadística de los resultados

5.1.2.1. Obtención de los resultados

Al igual que en la investigación anterior de aplicación de la metodología EMS (estudio realizado en una muestra más pequeña para observar la tendencia de los resultados obtenidos y la conveniencia de realizar un estudio mucho más exhaustivo con una muestra mucho mayor), los resultados se han obtenido a partir del análisis detallado de los formatos EMSF que han complementado cada una de las personas participantes en la investigación.

A partir de cada formulario EMSF se ha realizado el listado de subconceptos expresado por cada participante, obteniendo finalmente una matriz con el listado de subconceptos totales, qué participantes han nombrado cada subconcepto, a qué grupo pertenecía cada uno de los participantes y una columna por grupo que expresa la cantidad de personas de un mismo grupo que han expresado un mismo subconcepto (ver Figura 12).

CONCEPTO 1	Grupo 1						Grupo 2						...	Grupo N					
	1	2	3	4	5	Grupo	1	2	3	4	5	Grupo		1	2	3	4	5	Grupo
Subconcepto 1				1		1		1	1			2	...	1	1	1	1	1	5
Subconcepto 2		1			1	2		1	1	1		3	...	1	1	1	1	1	5
Subconcepto 3	1			1		2		1	1	1		3	...		1	1	1	1	4
Subconcepto 4			1			1		1	1			2	...	1	1	1		1	4
Subconcepto 5						0		1	1			2	...	1	1	1		1	4
Subconcepto 6						0				1	1	...						0	
Subconcepto 7		1				1						0	...				1	1	
Subconcepto 8						0			1			1	...					0	
Subconcepto 9				1		1			1			1	...		1			1	
Subconcepto 10						0						0	...		1			1	
...	
Subconcepto N	1	1	1			3		1			1	2	...				1	1	

Figura 12 – Esquema de la matriz de sub-conceptos expresados por cada participante

Analizando el listado de sub-conceptos resultantes en la matriz, se han clasificado estos subconceptos en tres categorías:

- Subconceptos básicos
- Subconceptos adicionales
- Subconceptos erróneos

Marcándolos en la matriz según puede verse en la Figura 13 (subconceptos básicos en

color lila, subconceptos adicionales en verde y subconceptos erróneos en rojo):

CONCEPTO 1	Grupo 1					Grupo 2					...	Grupo N							
	1	2	3	4	5	Grupo	1	2	3	4		5	Grupo	1	2	3	4	5	Grupo
Subconcepto 1				1		1		1	1			2	...	1	1	1	1	1	5
Subconcepto 2		1			1	2		1	1	1		3	...	1	1	1	1	1	5
Subconcepto 3	1			1		2		1	1	1		3	...		1	1	1	1	4
Subconcepto 4			1			1		1	1			2	...	1	1	1		1	4
Subconcepto 5						0		1	1			2	...	1	1	1		1	4
Subconcepto 6						0				1	1	...						0	
Subconcepto 7		1				1						0	...				1		1
Subconcepto 8						0		1				1	...						0
Subconcepto 9				1		1		1				1	...		1				1
Subconcepto 10						0						0	...		1				1
...	
Subconcepto N	1	1	1			3		1			1	2	...				1		1

Figura 13– Esquema de la matriz de sub-conceptos expresados por cada participante

A partir de esta clasificación de los datos obtenidos en los distintos experimentos, se han calculado los parámetros que han servido para poder realizar el análisis estadístico de comparación de los dos tratamientos. Estos son:

- Media y varianza de la cantidad de subconceptos básicos en cada tratamiento (metodología de estudio convencional y metodología EMS) para cada uno de los dos conceptos (para la muestra de 30 participantes en cada tratamiento y concepto):

$$\begin{aligned} & \bar{y}_{SC_b \text{ conv Concepto 1}} & S_{SC_b \text{ conv Concepto 1}} \\ & \bar{y}_{SC_b \text{ EMS Concepto 1}} & y \quad S_{SC_b \text{ EMS Concepto 1}} \\ & \bar{y}_{SC_b \text{ conv Concepto 2}} & S_{SC_b \text{ conv Concepto 2}} \\ & \bar{y}_{SC_b \text{ EMS Concepto 2}} & y \quad S_{SC_b \text{ EMS Concepto 2}} \end{aligned}$$

- Media y varianza de la cantidad de subconceptos erróneos en cada tratamiento (metodología de estudio convencional y metodología EMS) para cada uno de los dos conceptos (para la muestra de 30 participantes en cada tratamiento y concepto):

$$\begin{aligned} \bar{y}_{SC_e conv \ Concepto \ 1} & \quad S_{SC_e conv \ Concepto \ 1} \\ \bar{y}_{SC_e EMS \ Concepto \ 1} & \quad y \quad S_{SC_e EMS \ Concepto \ 1} \\ \bar{y}_{SC_e conv \ Concepto \ 2} & \quad S_{SC_e conv \ Concepto \ 2} \\ \bar{y}_{SC_e EMS \ Concepto \ 2} & \quad y \quad S_{SC_e EMS \ Concepto \ 2} \end{aligned}$$

- Media y varianza de la cantidad de subconceptos básicos ponderados en cada tratamiento (metodología de estudio convencional y metodología EMS) para cada uno de los dos conceptos (para la muestra de 6 grupos formados por 5 participantes en cada tratamiento y concepto):

$$\begin{aligned} \bar{y}_{VSC_b conv \ Concepto \ 1} & \quad S_{VSC_b conv \ Concepto \ 1} \\ \bar{y}_{VSC_b EMS \ Concepto \ 1} & \quad y \quad S_{VSC_b EMS \ Concepto \ 1} \\ \bar{y}_{VSC_b conv \ Concepto \ 2} & \quad S_{VSC_b conv \ Concepto \ 2} \\ \bar{y}_{VSC_b EMS \ Concepto \ 2} & \quad y \quad S_{VSC_b EMS \ Concepto \ 2} \end{aligned}$$

A partir de estos datos obtenidos se ha llevado a cabo, para cada caso, el análisis estadístico de comparación de dos tratamientos explicado en el apartado 4.1.2, con los resultados que se explican en el siguiente apartado de análisis.

5.1.2.2. Análisis

En este apartado se aplica la metodología de comparación de dos tratamientos, a partir del establecimiento de una hipótesis nula y de su posterior comprobación.

5.1.2.2.1. Concepto 1: Motor de Combustión de 4 tiempos

5.1.2.2.1.1. Análisis de los subconceptos básicos

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las medias poblacionales del número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b) entre la aplicación del tratamiento o

método A (utilización metodología EMS) y el tratamiento o método B (estudio individual convencional).

$$H_{0_1} : \mu_{A_1} = \mu_{B_1}$$

Hipótesis alternativa: La media poblacional del número de sub-conceptos básicos por persona (SC_b) del tratamiento A (utilización de la metodología EMS) es significativamente mayor que la del tratamiento B (estudio individual convencional).

$$H_{1_1} : \mu_{A_1} > \mu_{B_1}$$

Sub-conceptos básicos Motor de Combustión de 4 tiempos		
$n_A =$	$n_B =$	29
$y_A =$	2,48	Método EMS
$y_B =$	1,79	Estudio Convencional
$s_A =$	1,35	Método EMS
$s_B =$	1,61	Estudio Convencional
$F =$	$s_B^2 / s_A^2 =$	1,42
$F (28,28)_{0,25} =$		1,28
No se puede suponer la igualdad de varianzas		
Buena aproximación		
$t =$	$\frac{y_B - y_A}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} =$	1,76
$t_{29-1} =$	$t_{28} =$	1,701 para (0,05)
Grado de seguridad		> 95%

Figura 14 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_b) – concepto 1

En la figura adjunta (Figura 14) pueden encontrarse las medias y las varianzas de cada una de las muestras.

Al realizar el test de igualdad de varianzas utilizando la distribución F de Snedecor, observamos que, en este primer caso analizado, no se pudo asumir la hipótesis de igualdad de varianzas. Se pudo obtener una buena aproximación del nivel de significación resultante a partir del siguiente cálculo estadístico:

$$t' = \frac{(\bar{y}_B - \bar{y}_A)}{\sqrt{\frac{S^2_A}{n_A} + \frac{S^2_B}{n_B}}}$$

Al ser $n_A = n_B = n$, el nivel de significación se determina utilizando como distribución de referencia una t de Student con n-1 grados de libertad. En este caso, si se cumpliera la hipótesis nula, el valor t' obtenido pertenecería a una distribución t de Student con 28 grados de libertad. A partir de las tablas de la t de Student vemos que es muy poco probable que esto sea así ($\Pr(t' > 1,76) < 0,05$). Podemos pues afirmar la hipótesis alternativa con una probabilidad mayor que el 95%.

5.1.2.2.1.2. Análisis de los subconceptos erróneos

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las medias poblacionales del número de sub-conceptos erróneos (SC_e) entre la aplicación del tratamiento o método A (utilización metodología EMS) y el tratamiento o método B (estudio individual convencional).

$$H_{0_2} : \mu_{A_2} = \mu_{B_2}$$

Hipótesis alternativa: La media poblacional del número de sub-conceptos erróneos (SC_e) del tratamiento A (utilización de la metodología EMS) es significativamente menor que la del tratamiento B (estudio individual convencional).

$$H_{1_2} : \mu_{A_2} < \mu_{B_2}$$

En este caso (ver Figura 15), tampoco no puede asumirse la hipótesis de igualdad de varianzas, por lo que nuevamente se aplica la aproximación para calcular t'. Se puede observar que, con una probabilidad de aproximadamente el 95%, se puede afirmar nuevamente la hipótesis alternativa.

Sub-conceptos erróneos Motor de Combustión de 4 tiempos		
$n_A =$	$n_B =$	29
$y_A =$	0,28	Método EMS
$y_B =$	0,59	Estudio Convencional
$s_A =$	0,59	Método EMS
$s_B =$	0,82	Estudio Convencional
$F =$	$s_B^2 / s_A^2 =$	1,94
$F (28,28)_{0,25} =$		1,28
No se puede suponer la igualdad de varianzas		
Buena aproximación		
$t =$	$\frac{y_B - y_A}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} =$	1,65
$t_{29-1} =$	$t_{28} =$	1,701 para (0,05)
Grado de seguridad		~ 95%

Figura 15 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_e) – concepto 1

5.1.2.2.1.3. Análisis de los subconceptos básicos ponderados

Hipótesis nula: No existe diferencia entre las medias poblacionales del número de sub-conceptos básicos ponderados según coincidencia entre las distintas personas ($VPSC_b$) entre la aplicación del tratamiento o método A (utilización metodología EMS) y el tratamiento o método B (estudio individual convencional).

$$H_{0_3} : \mu_{A_3} = \mu_{B_3}$$

Hipótesis alternativa: La media poblacional del número de sub-conceptos básicos

ponderados según coincidencia entre las distintas personas (VPSC_b) del tratamiento A (utilización de la metodología EMS) es significativamente mayor que la del tratamiento B (estudio individual convencional).

$$H_{13} : \mu_{A_3} > \mu_{B_3}$$

En este caso, como muestra tomamos cada uno de los 6 grupos de 5 participantes, analizando los subconceptos básicos coincidentes entre ellos.

Los resultados puede observarse en la Figura 16.

Sub-conceptos básicos ponderados Motor de Combustión de 4 tiempos		
$n_A =$	$n_B =$	6
$y_A =$	22,83	Método EMS
$y_B =$	5,91	Estudio Convencional
$s_A =$	6,25	Método EMS
$s_B =$	5,07	Estudio Convencional
$F =$	$s_A^2 / s_B^2 =$	1,52
$F(5,5)_{0,25} =$		1,89
Se puede suponer la igualdad de varianzas		
$\sigma^2 =$	$\frac{s_B^2 + s_A^2}{2}$	32,38
$\sigma =$		5,69
$t =$	$\frac{y_B - y_A}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} =$	5,15
$t_{6+6-2} =$	$t_{10} =$	4,587 para (0,0005)
Grado de seguridad		> 99,95%

Figura 16 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (VPSC_b) – concepto 1

En este caso sí que se puede suponer la igualdad de varianzas muestrales a partir del análisis de las varianzas de las muestras utilizando el test de la F de Snedecor. Así pues, debe analizarse si la distribución:

$$t_1 = \frac{(\bar{y}_A - \bar{y}_B)}{s \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} \sim t \quad \text{con} \quad n_A + n_B - 2 \text{ g.l.}$$

Sub-conceptos básicos Motor híbrido		
$n_A =$	$n_B =$	29
$y_A =$	4,17	Método EMS
$y_B =$	1,62	Estudio Convencional
$s_A =$	1,39	Método EMS
$s_B =$	1,52	Estudio Convencional
$F =$	$s_B^2 / s_A^2 =$	1,20
$F (28,28)_{0,25} =$		1,28
Se puede suponer la igualdad de varianzas		
$\sigma^2 =$	$\frac{s_B^2 + s_A^2}{2}$	2,12
$\sigma =$		1,46
$t =$	$\frac{y_B - y_A}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}} =$	6,67
$t_{29+29-2} =$	$t_{56} =$	3,46 para (0,0005)
Grado de seguridad		> 99,95%

Figura 17 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_b) – concepto 2
A partir de este análisis se determina que, la probabilidad de que se cumpla la hipótesis

nula de igualdad de varianzas es menor a 0,0005. Afirmamos, pues, la hipótesis alternativa con grado de confianza mayor al 99,95%.

5.1.2.2.2. Concepto 2: Motor híbrido

5.1.2.2.2.1. Análisis de los subconceptos básicos

Las hipótesis nulas y alternativas planteadas son las mismas que en el caso anterior.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 17.

En este caso sí que puede suponerse la hipótesis de igualdad de varianzas y afirmamos la hipótesis alternativa con un grado de confianza mayor al 99,95%.

Sub-conceptos erróneos Motor híbrido		
$n_A =$	$n_B =$	29
$y_A =$	0,07	Método EMS
$y_B =$	0,31	Estudio Convencional
$s_A =$	0,26	Método EMS
$s_B =$	0,66	Estudio Convencional
$F =$	$s_B^2 / s_A^2 =$	6,44
$F (28,28)_{0,25} =$		1,28
No se puede suponer la igualdad de varianzas		
Buena aproximación		
$t =$	$\frac{y_B - y_A}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} =$	1,83
$t_{29-1} =$	$t_{28} =$	1,701 para (0,05)
Grado de seguridad		> 95%

Figura 18 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (SC_e) – concepto 2

5.1.2.2.2. Análisis de los subconceptos erróneos

Nuevamente, a partir de la formulación de las mismas hipótesis a analizar que con el concepto anterior, los resultados obtenidos son los explicados en la **Figura 18**: se puede afirmar la hipótesis alternativa con un 95% de grado de confianza.

5.1.2.2.3. Análisis de los subconceptos básicos ponderados

Partiendo de las mismas hipótesis nula y alternativas planteadas anteriormente, los resultados mostrados en la Figura 19 nos indican que, nuevamente podremos afirmar la hipótesis alternativa con un grado de confianza muy elevado (> 99,95%).

Sub-conceptos básicos ponderados Motor híbrido		
$n_A =$	$n_B =$	6
$y_A =$	31,36	Método EMS
$y_B =$	3,67	Estudio Convencional
$s_A =$	5,13	Método EMS
$s_B =$	3,03	Estudio Convencional
$F =$	$s_A^2 / s_B^2 =$	2,88
$F (5,5)_{0,25} =$		1,89
No se puede suponer la igualdad de varianzas		
Buena aproximación		
$t =$	$\frac{y_B - y_A}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} =$	11,38
$t_{29-1} =$	$t_{28} =$	6,869 para (0,0005)
Grado de seguridad		> 99,95%

Figura 19 – Medias y varianzas obtenidas de las muestras A y B (VPSC_b) – concepto 2

5.1.2.3. Interpretación y discusión de resultados

Tal y como establecimos en el apartado 4.1.2.3, entendemos que el aprendizaje de un concepto será más profundo en el caso de que, el número de subconceptos básicos sea mayor, el número de subconceptos erróneos sea más bajo y, a su vez, el número de subconceptos básicos compartidos sea mayor.

En los dos casos analizados se ha podido observar que estas tres premisas se cumplen con un nivel de confianza muy elevado. A partir de estos resultados se puede afirmar, pues, que mediante la aplicación de la metodología EMS se obtienen resultados satisfactorios y sensiblemente mejores que mediante un estudio convencional.

5.2. Aplicación de la metodología EMS en la industria

5.2.1. Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos se explican en los dos puntos siguientes: comparativa entre pre-test y post-test en el primero, y los resultados y conclusiones obtenidas a través del análisis del protocolo en el segundo.

Adicionalmente, se presenta al resultado del análisis de la opinión personal de cada participante sobre la metodología propuesta. El éxito de la aplicación en la industria (aplicación del a fase III (4.2)) depende principalmente de los beneficios que experimenta cada participante. Es por ello que este último punto tiene especial relevancia.

Tabla 9 – Parámetro 1: SC_b (Número de sub-conceptos básicos)

	Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3		Concepto 4	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Diseñador 1	3	5	3	5	4	4	4	12
Diseñador 2	3	4	4	5	3	4	3	6
Diseñador 3	1	6	3	3	1	4	1	9
Diseñador 4	2	5	2	4	2	4	1	7
Diseñador 5	1	4	3	3	2	3	3	8
MEDIA	2,0	4,0	3,0	4,0	2,4	3,8	2,4	8,4
Ratio	2,0		1,3		1,6		3,5	

5.2.1.1. Comparativa entre pre-test y post-test: objetivos obtenidos

Tal y como explicado en el capítulo 4, tres parámetros se analizan antes y después de la sesión de EMS. El objetivo final es comparar aquellos valores que puedan dar una idea de cuál es el “nivel de conocimiento”. Los parámetros utilizados son: SC_b (número de sub-conceptos básicos), SC_r (número de sub-conceptos rechazados) y $VPSC_b$ (sub-conceptos compartidos: sub-conceptos básicos ponderados por nivel de coincidencia).

Los resultados obtenidos pueden encontrarse en las Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11.

Tabla 10 – Parámetro 2: SC_r (Número de sub-conceptos rechazados)

	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3	Concepto 4
Diseñador 1	1			
Diseñador 2				
Diseñador 3			1	1
Diseñador 4		1		
Diseñador 5	3			1
TOTAL	4	1	1	2

Tabla 11 – Parámetro 3: $VPSC_b$ (Número de sub-conceptos compartidos)

	Concepto 1		Concepto 2		Concepto 3		Concepto 4	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
$VPSC_b$	13	46	26	44	15	42	23	91
Ratio	3,5		1,7		2,8		4,0	

Adicionalmente, se ha observado que muchos conceptos han sido “extendidos” durante el proceso llevado a cabo en las sesiones EMS, pero han sido “contados” en los parámetros de arriba del mismo modo en el pre-test y en el post-test. Por esta razón, se ha definido un nuevo parámetro: el número de veces que un sub-concepto ha sido extendido o completado (Tabla 12).

Analizando los valores asociados a cada parámetro se deduce que:

- El número de sub-conceptos básicos ha incrementado en los 4 casos, incluso sin

haber considerado el hecho de que muchos sub-conceptos externalizados en el post-test han sido extendidos durante las sesiones EMS.

Tabla 12 – Número total de veces que un sub-concepto ha sido extendido por un diseñador

	Concepto 1	Concepto 2	Concepto 3	Concepto 4
Diseñador 1	4	6	2	7
Diseñador 2	1	5	2	6
Diseñador 3	1	6	1	4
Diseñador 4	7	5	3	1
Diseñador 5	1	1	2	2
TOTAL	15	23	10	20
Ratio	3,0	4,6	2,0	4,0

- En los cuatro casos ha habido sub-conceptos que han sido rechazados durante las sesiones EMS.
- El valor asociado a los sub-conceptos compartidos entre los diseñadores también ha aumentado claramente en los cuatro experimentos.

A pesar de que los resultados numéricos obtenidos en los cuatro procesos no son comparables (debido a la distinta naturaleza de cada concepto) los tres parámetros presentan la misma tendencia en todos ellos. Esta tendencia concuerda con los resultados obtenidos en el ambiente universitario (aumento de SC_b , no SC_e después de la sesión, e incremento de $VPSC_b$).

Puede concluirse, pues, que los esquemas mentales de los participantes en esta investigación parecen haberse completado (mayor número de sub-conceptos externalizados), corregidos (algunos sub-conceptos han sido rechazados de manera natural durante la sesión) y se han asimilado a los del resto de participantes. Es por ello que asumimos que un proceso de transferencia de conocimiento ha sido llevado a cabo entre ellos.

5.2.1.2. Análisis de protocolo

Con el fin de analizar el proceso llevado a cabo durante la sesión EMS en el ámbito industrial, se ha llevado a cabo la transcripción de todas las verbalizaciones y

afirmaciones y negaciones mediante gestos que se han llevado a cabo, identificando el diseñador y el momento en que se realiza la verbalización / gesto. Con esta finalidad se ha utilizado un fichero Excel, escribiendo cada frase en una línea diferente. En dos columnas adicionales se ha tomado nota de la hora y el diseñador que ha realizado la explicación.

En una segunda fase se ha llevado a cabo la identificación del sub-concepto y el tipo de verbalización (explicación individual, explicación extendida, feedback afirmativo, ...).

Finalmente, se ha realizado la codificación de la transcripción según el formato explicado en el punto 4.1.1.2.4.2.

Después de una observación detallada de las estructuras obtenidas con el proceso de transcripción, las conclusiones principales son:

- Hay generación de feedback: feedback afirmativo y feedback negativo seguido de una opinión personal / explicación del esquema mental, pero también generación de preguntas con la finalidad de entender con más profundidad los puntos de vista de terceros.
- Existe una evolución de las distintas ideas explicadas a través del feedback / comunicación entre los diseñadores. La mayoría de las ideas al final de las sesiones se han introducido también al inicio de la sesión pero de un modo mucho más sencillo e incompleto. También en este caso se observa que el aumento de los parámetros asociados SC_b y VSC_b ha sido debida al proceso de feedback propio de la metodología y no a que alguno de los miembros del equipo tuviera un concepto profundo y completo que haya transmitido al resto.
- La mayoría de las ideas rechazadas han sido descartadas después de un proceso de interacción entre las distintas personas del grupo. En sólo un caso, una persona ha rechazado la idea al darse cuenta, mientras externalizaba su esquema mental propio, que había un aspecto erróneo en su explicación.
- Han surgido nuevas ideas, que no habían sido externalizadas en el pre-test. Su origen ha sido, en gran medida, las ideas explicadas por terceros. También se han creado ideas a partir de la combinación de otras ideas más simples y aparentemente sin conexión alguna.
- En algunos casos, se han explicado anécdotas o experiencias personales

concretas con el fin de ayudar a expresar un punto de vista o esquema mental personal.

- En tres de los cuatro casos analizados, se ha realizado una conclusión de las ideas principales a las que se ha llegado por parte de alguno de los participantes y de manera natural.
- El lenguaje gestual ha sido usado a menudo para expresar los puntos de vista personales.

El tiempo consumido para analizar cada uno de estos conceptos por parte del grupo ha sido inesperadamente corto (no más de 8 minutos por concepto). La naturaleza no conflictiva de los conceptos elegidos ha sido, probablemente, la causa. De todos modos, y dependiendo de la naturaleza del concepto, el tiempo necesario para las sesiones EMS aumentará.

5.2.1.3. Opinión personal de los diseñadores:

A partir del análisis de los cuestionarios de opinión personal rellenos por los participantes, las conclusiones principales obtenidas son:

- Los diseñadores se han sentido a gusto durante las sesiones EMS. Las técnicas de la metodología ha sido simple de aplicar.
- Todos los participantes consideran que han aprendido nuevas ideas y puntos de vista para aplicar en su día a día del trabajo y que los conceptos propios se han clarificado.
- También consideran que la metodología propuesta podría ser aplicada en el área analizada. No perder el conocimiento de la gente del área, aprender cómo otras personas del departamento solucionan el mismo tipo de problemas o acostumbrarse a reflexionar acerca del esquema mental propio son algunas de las razones explicadas.
- Otros posibles beneficios de la metodología EMS propuestos por los diseñadores son el mejorar la relación entre las personas del departamento y unificar los criterios del área.
- Finalmente, siguiendo los consejos de los diseñadores, deberían tratarse temas

más conflictivos o críticos con el objetivo de obtener un mayor beneficio de cada sesión.

5.2.2. Interpretación y discusión de resultados

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación práctica de la metodología EMS en el entorno industrial son claramente positivos: las conclusiones obtenidas tanto a partir del análisis del resultado como con el análisis del proceso llevado a cabo presentan la misma tendencia de los resultados obtenidos y validados en el ámbito universitario.

Adicionalmente, y como punto básico en una aplicación industrial, la opinión de los cinco diseñadores participantes ha sido muy favorable, viendo puntos claros de mejora respecto al trabajo que realizan en su día a día. La actitud positiva y motivación general obtenida es un aspecto determinante para la aplicación exitosa de la metodología como sistemática de trabajo habitual que permitirá la difusión de su uso dentro de la organización.

Finalmente, y como factor también imprescindible, debe conseguirse la motivación y apoyo del management. La presentación de los resultados obtenidos, tanto en el ámbito universitario como en esta prueba piloto en la empresa, ha servido para tener una primera aceptación que permitirá la realización de las primeras aplicaciones generalizadas (Anexo F).

6. Conclusiones y futuros desarrollos

6. Conclusiones y futuros desarrollos

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, puede afirmarse que la metodología EMS es una metodología válida para fomentar el intercambio y transmisión de conocimientos en los dos ámbitos analizados, universidad y empresa.

En el entorno universitario, la metodología propuesta ha demostrado presentar beneficios en la mejora del aprendizaje de conceptos de ingeniería, permitiendo que éste sea más profundo y duradero. Este hecho se ha podido validar estadísticamente a partir de los resultados obtenidos del análisis de una muestra significativa de estudiantes, obteniendo una clara mejora de los tres parámetros asociados a la mejora del aprendizaje: aumento de sub-conceptos básicos, eliminación de los sub-conceptos erróneos y un mayor grado de sub-conceptos básicos compartidos.

A pesar de ello, este hecho no implica que la aplicación de la metodología propuesta deba sustituir a los procesos de estudio convencional, sino que puede utilizarse como método adicional para ayudar a profundizar y comprender mejor conceptos determinados a los que se aplique (puede tener sentido elegir algunos conceptos que se consideren básicos para la comprensión de cada asignatura y dedicar un tiempo a reflexionar sobre ellos y obtener una buena base aplicando esta metodología propuesta). De este modo, los alumnos *vivirán* las ventajas de la metodología y podrán llegar a reflexionar de manera más profunda acerca de aquellos conceptos básicos elegidos que deberían quedar claramente entendidos y fijados por todo ingeniero.

Con ello se busca que, cuando un ingeniero se enfrente a situaciones de su vida profesional o personal relacionadas con conceptos generales de ingeniería, sepa recurrir a aquellos conceptos básicos en los que profundizó como principios básicos de las distintas áreas estudiadas (a los que, por ejemplo, aplicó la metodología EMS). La capacidad adquirida durante la carrera de razonamiento lógico y deductivo, le ayudará a completar y a aplicar estos conocimientos al caso particular analizado.

Este tipo de aplicación tendrá validez en aquellos ámbitos universitarios de campos tecnológicos o científico-técnicos. Posiblemente, su aplicación en ámbitos no científicos o con un mayor componente filosófico podría llevar a conclusiones erróneas (existen en la literatura ejemplos de decisiones catastróficas a las que se ha llegado por consenso / acuerdo entre un grupo de expertos en ámbitos como el de la política, por ejemplo (Janis 1972)).

En el entorno industrial, la metodología propuesta permite mejorar la transmisión de conocimientos entre personal de una misma organización. Para que se pueda llevar a cabo una aplicación satisfactoria en este ámbito, es necesario establecer unas ciertas medidas que lo faciliten: disponer de una cultura organizativa que permita y fomente la aplicación de esta metodología será un punto imprescindible.

El inicio del cambio cultural necesario debe comenzarse con una explicación detallada al management de la organización sobre en qué consiste la metodología EMS y los beneficios observados durante la investigación. Permitir que sus colaboradores participen en este tipo de sesiones sin límites ni controles excesivos debe ser entendido como una apuesta de futuro que comportará un aumento en el nivel de comunicación y mejora de la relación entre ellos.

Una cultura organizativa favorable es un punto básico para el éxito de esta aplicación, aunque no el único: el personal de la organización que participa en las sesiones debe entenderlas como algo beneficioso para su trabajo y sus conocimientos. Esta disposición sólo puede adquirirse a través de la vivencia de la metodología por parte de cada una de las personas y de la observación de los beneficios conseguidos a través de ella. Es por ello que es imprescindible la realización de una serie de pruebas piloto, separadas en el tiempo, después de la cuál se le permita, en última instancia, al personal de la organización el decidir seguir aplicando o no esta metodología. Este proceso les permitirá una elección más libre y basada en los beneficios obtenidos.

Como futuros desarrollos, la aplicación generalizada de esta metodología en el área de la organización analizada, a modo, en un inicio, de prueba piloto y de manera periódica, será el primer paso para una extensión al resto de la empresa. Los beneficios observados a medio plazo por los colaboradores, y en segunda instancia por el management, darán lugar a ello de manera natural.

Por otro lado, desde un inicio de esta tesis se ha planteado la aplicación de la metodología EMS como un método para mejorar el *aprendizaje* pero no centrado en la *enseñanza*. A pesar de ello, quizás tiene sentido el analizar su aplicación en casos particulares en clases de grupos reducidos en las que se quiera profundizar acerca de algún concepto importante. La participación de algún o algunos profesores en una segunda fase de la aplicación de la metodología puede ser un factor que mejore el resultado obtenido.

Adicionalmente, se han presentado, a lo largo de esta tesis, pinceladas acerca de la

parte no-verbal de la comunicación, siendo éste un campo de análisis fuera del alcance de esta investigación. El estudiar el cómo influye esta parte principal de la comunicación entre individuos en la transmisión de los conocimientos y en cómo se puede influir en ella para conseguir mejorar esta transmisión abre una línea interesante de investigación futura como evolución del presente trabajo, que permita combinar el cómo influye la estructura básica de cada persona (canales de percepción predominantes) y sus necesidades (básicas, complementarias y suplementarias) con el modo de transmitir sus conocimientos.

7. Referencias

7. Referencias

Ainsworth, S. and A. T. Loizou (2003). "The effects of self-explaining when learning with text or diagrams." Cognitive Science **27**: 669-681.

Alavi, M. and D. E. Leidner (2001). "Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues." MIS Quarterly **25**(1): 107 - 136.

Aleven, V. A. W. M. M. and K. R. Koedinger (2002). "An effective metacognitive strategy: learning by doing and explaining with a computer-based Cognitive Tutor." Cognitive Science **26**: 147-179.

Alwis, R. S.-e. and E. Hartmann (2004). The significance of tacit knowledge on company's innovation capability. Proceedings des 9. Internationalen Symposium für Informationswissenschaft (ISI 2004), Konstanz, October 2004, UVK Verlagsgesellschaft mbH.

Anderson, J. (1982). "Acquisition of cognitive skill." Psycholog. Rev. **89**: 369-406.

Bal, J. and P. Foster (2000). "Managing the virtual team and controlling effectiveness." International Journal of production research **38**(17): 4019-4032.

Beckman, T. J. (1990). The Current State of Knowledge Management. In J. Liebowitz Knowledge Management Handbook, CRC Press.

Bielaczyc, K., P. L. Pirolli, et al. (1995). "Training in Self-Explanation and Self-Regulation Strategies: Investigating the Effects of Knowledge Acquisition Activities on Problem Solving." Cognition and Instruction **13**(2): 221-252.

Bloom, B. S. and L. J. Border (1950). Problem-solving processes of college students. An exploratory investigation. Chicago, University of Chicago Press.

Bolloju, N., M. Khalifa, et al. (2002). "Integrating knowledge management into enterprise environment for the next generation decision support." Decision Support System **33**: 163-176.

Brown, A. L. and M. J. Kane (1988). "Preschool Children Can Learn to Transfer: Learning to Learn and Learning from Example." Cognitive Psychology **20**: 493-523.

Carlsson, S. A., O. A. El Sawy, et al. (1996). Gaining Competitive Advantage Through Shared Knowledge Creation: In Search of a New Design Theory for Strategic Information Systems. 4th European Conference on Information Systems, Lisbon.

Cavusgil, S. T., R. J. Calantone, et al. (2003). "Tacit knowledge transfer and firm innovation capability." Journal of Business & Industrial Marketing **18**(1): 6-21.

Cross, N., H. Christiaans, et al. (1996). Analysing design activity. Chichester, England.

Chi, M. T. H., M. Bassok, et al. (1989). "Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems." Cognitive Science **13**: 145-182.

Chi, M. T. H., N. d. Leeuw, et al. (1994). "Eliciting Self-Explanations Improves Understanding." Cognitive Science **18**: 439-447.

Dewey, J. (1933). How We Think. A statement of the relation of reflective thinking to the educative process (Revised ed.). Boston, D.C. Heath.

Ericsson, A. and H. Simon (1993). Protocol Analysis. Verbal Reports as Data. Cambridge, MIT Press.

Fisher, K. M. (1990). "Semantic networking: the new kid on the block." Journal of Research Science Teaching **27**(10): 1001-1018.

Frank, D.-I. D. (1999). The importance of knowledge management for BMW. International Conference on Engineering Design - ICED'99, Munich.

Frankenberger, E. and P. Auer (1997). "Standardized observation of team-work in design." Research in Engineering Design **9**(1): 1-9.

Gelb, M. J. (1999). "Pensar como Leonardo da Vinci." 1ª Edición, Editorial Planeta.

- Gopalakrishnan, S. and M. D. Santoro (2004). "Distinguishing between knowledge transfer and technology transfer activities: the role of key organizational factors." IEEE Transactions on engineering management **51**(1).
- Grant, R. M. (1997). "The knowledge-based view of the firm: implications for Management Practice." Long Range Planning **3**(30): 450-454.
- Guzmán, M. d. (1994). "Para pensar mejor; Desarrollo de la creatividad a través de los procesos matemáticos." 1ª Edición, Madrid: Pirámide.
- Haro Licer, J. (2007). Sensorialidad básica: los filtros de la realidad., www.percepnet.com.
- Ho, C., Y.-M. Chen, et al. (2004). "Developing a distributed knowledge model for knowledge management in collaborative development and implementation of an enterprise system." Robotics and Computer-integrated manufacturing **20**: 439-456.
- Holland, J. H., K. J. Holyoak, et al. (1986). "Induction, Processes of Inference, Learning and Discovery." The MIT Press.
- Huber, G. (1991). "Organizational learning: The contributing processes and literature." Organization Science **2**: 88-115.
- Janis, I. L. (1972). Victims of GROUPTHINK, Houghton Mifflin Company.
- Johnson, D. W., R. T. Johnson, et al. (1999). Aprendizaje cooperativo en el aula. Barcelona, Editorial Paidós.
- Knuf, J. (2000). "Benchmarking the lean enterprise: learning at work." Journal of Management in Engineering **16**(4).
- Kozama, D. (1987). "The implications of cognitive psychology for computer-based learning tools." Educational Technology November: 20-25.
- Lee, S. M. and S. Hong (2002). "An enterprise-wide knowledge management system

infrastructure." Industrial Management & Data System **102**(1): 17-25.

Macintosh, A. (1998). "Position paper on knowledge asset management." [Online]
Available WWW: <http://www.aiai.edu.ac.uk/nalm/kam.html>.

Magistretti, P. and F. Ansermet (2006). A cada cual su cerebro. Plasticidad neuronal e inconsciente. España.

Marin, N. (1999). "Del cambio conceptual a la adquisición de conocimientos." Enseñanza de ciencias **17**(1): 109-114.

Mayer, R. E. (1983). Pensamiento, resolución de problemas y cognición. Barcelona, Editorial Paidós.

McAleese, R. (1994). "Mapas conceptuales y adquisición del conocimiento: un enfoque cognitivo." Nuevas tecnologías del aprendizaje (1ª edición) Psicología Pirámide.

McGill, M., J. Slocum, et al. (1992). "Management practices in learning organizations." Organizational Dynamics **21**(1): 5-17.

McQueen, R. (1998). Four views of Knowledge and Knowledge Management. 4th Americas Conference on Information Systems.

Mulet, E. (2003). Modelización Descriptiva y Análisis Experimental de la Efectividad del Proceso de Diseño Creativo. Castelló, Universitat Jaume I.

Ndlela, L. T. and A. S. A. du Toit (2001). "Establishing a knowledge management program for competitive advantage in an enterprise." International journal of Information Management **21**: 151-156.

Nonaka, I. (1994). "A dynamic theory of organizational knowledge creation." Organization Science **5**(1): 14-37.

Nonaka, I. and N. Konno (1998). "The concept of "Ba"." Californian Management Review **3**(40): 40-45.

- Nonaka, I. and H. Takeuchi (1991). "The knowledge-creating company." Harvard Business Review November - December: 96-104.
- Nonaka, I., R. Toyama, et al. (2000). "SECI, Ba and Leadership: a unified model of dynamic knowledge creation." Long Range Planning 4(33): 4-34.
- Norman, D. A. (1982). "El aprendizaje y la memoria." 1ª Edición, Madrid: Alianza Editorial.
- Oxman, R. (2003). "Think-maps: teaching design thinking in design education." Design Studies 25: 63-91.
- Polanyi, M. (1969). The Logic of Tacit Inference. London, Knowing and Being, Routledge & Keagan Paul.
- Pozo, J. I. (1994). "El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción." Contexto y desarrollo social; Madrid: Síntesis.
- Prat, Tort-Martorell, et al. (1994). Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad. Barcelona, Edicions UPC.
- Reagans, R. and B. McEvily (2003). "Network structure and knowledge transfer: The effects of cohesion and range." ASQ?
- Renkel, A. (1997). "Learning from Work-out examples: A Study on Individual Differences." Cognitive Science 21(1): 1-19.
- Rosenberg, N. (1982). Inside de black box. Cambridge, University Press.
- Rumelhart, V. E. and D. A. Norman (1978). "Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning." Cotton and Klatzky.
- Schön, D. A. (1983). The Reflective Practitioner, How Professionals Think in Action. New York, Basic Books, A Division of HarperCollins Publishers.

Schubert, P., D. Lincke, et al. (August 1998). A global knowledge medium as a virtual community: the NetAcademy Concept". 4th Americas Conference on Information Systems, Baltimore.

Senker, J. (1993). "The contribution of tacit knowledge in Innovation." AI & Society **7**: 208-224.

Soliman, F. and M. Youssef (2003). "Role of critical information in enterprise knowledge management." Industrial Management & Data System **103**(7): 484-490.

Swap, W., D. Leonard, et al. (2001). "Using Mentoring and Storytelling to transfer knowledge in workplace." Journal of Management in Information Systems **18**: 95-114.

Tuomi, I. (1999). Data is more than knowledge: Implications of the Reversed Hierarchy of Knowledge Management and Organizational Memory. 32 International Conference on Systems Science, Hawaii.

van Someren, M. W., Y. F. Barnard, et al. (1994). The think aloud method. A practical guide to modelling cognitive processes. London, Academic Press.

Walker, G. H. (2004). Verbal Protocol Analysis. Handbook of Human Factor Methods. A. H. N.A. Stanton, K. Brookhuis, E. Salas and H. Hendrick (eds.). Boca Ratón, USA, CRC Press.

Watson, R. T. (1999). Data Management: Databases and Organizations. New York.

Zack, M. (1998). "An architecture for Managing Explicated Knowledge." Sloan Management Review.

8. Anexos

8. Anexos

Anexo A: – Análisis de Sensibilidad de los valores de ponderación elegidos para el análisis de los “sub-conceptos básicos ponderados por el nivel de coincidencia (sub-conceptos compartidos) entre las distintas personas del grupo”:

Con el fin de asegurar que los valores elegidos como ponderación (base 2) no influyen en el resultado obtenido, se ha realizado un análisis de sensibilidad para determina cuál sería el resultado con otros valores de ponderación distintos. Estos resultados se presentan en la tabla siguiente:

Ponderación	Motor de combustión		Motor híbrido	
	t	Grado de confianza (%)	t	Grado de confianza (%)
1,00 / 1,01 / 1,02 / 1,03 / 1,04	1,38	> 90,00	3,5	> 99,50
1 / 2 / 4 / 8 / 16 (base 2)	5,19	> 99,95	7,79	> 99,95
1 / 3 / 9 / 27 / 81 (base 3)	9,27	> 99,95	7,72	> 99,95
1 / 6 / 36 / 216 / 1296 (base 6)	20,15	> 99,95	5,33	> 99,75
1 / 10 / 100 / 1000 / 10000 (base 10)	33,62	> 99,95	3,99	> 99,50

Puede observarse que las conclusiones obtenidas en todos los casos con los distintos valores de ponderación son las mismas (existe una diferencia significativa entre los resultados obtenidos mediante la metodología EMS frente a un estudio convencional individual en todos los casos analizados con los diferentes pesos en la ponderación) y por la elección de la *base 2* como valores de ponderación puede tomarse como válida.

Anexo B: – Información entregada a los participantes del segundo experimento en el ámbito universitario, previo al desarrollo de la sesión de investigación.

GRUPO: A1

**PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIÓN
PARA LA VALIDACIÓN DE LA
METODOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE
CONOCIMIENTOS *EMS***

- De antemano, muchas gracias por la participación en esta investigación. Si estás interesado en obtener información sobre los resultados obtenidos, sólo tienes que escribir tu e-mail en esta misma hoja antes de retornarla al finalizar esta sesión.
- En ningún momento se os valorará por los resultados de esta experimentación y será tratada de manera totalmente anónima.

-
- Este cuaderno consta de 4 formatos que deberás ir rellenando a lo largo de la sesión de investigación. Ves haciéndolo a medida que te lo vayan indicando y no te adelantes en ningún caso para que esto no tenga una influencia en los resultados obtenidos.
 - Ahora puedes empezar rellenando el **FORMATO 1**. Esta corresponde en la autorización por escrito para participar en esta investigación.

FORMATO 1

Conformidad de participación de la investigación:

Yo, _____, estoy de acuerdo en colaborar en el desarrollo de la investigación *Validación de la metodología de Transmisión de Conocimientos EMS*, que se llevará a cabo dentro de esta sesión de la asignatura de *Proyectos*.

Asimismo, ruego tengan en cuenta que:

- sí** doy permiso para que aparezca mi nombre en los resultados de la investigación.
- no** doy permiso para que aparezca mi nombre en los resultados de la investigación.

Atentamente,

Barcelona, de _____ del 2005

- Una vez finalizado, lee con atención el enunciado correspondiente al ejercicio del **FORMATO 2** que encontrarás en esta misma y rellena este formato. Si tienes cualquier duda, pregunta antes de rellenarlo.

Enunciado del formato 2:

Se trata de expresar en la hoja siguiente (por escrito, mediante dibujos, esquemas, etc.) tu **esquema mental** del concepto que se te plantea (ver página siguiente). Para ello puedes utilizar los recursos que necesites, tales como fórmulas, comparaciones, metáforas,...

Se trata de conseguir transmitir, de la manera más fiel posible, cual es tu idea mental del concepto que habrás ido adquiriendo y formando a lo largo de tus estudios de ingeniería, así como estudios anteriores, experiencia, etc.

El objetivo es no poner límites a esta externalización de vuestro concepto y intentarlo expresar de la manera más acorde con lo que pensáis.

Volvemos a recordar que los resultados de esta investigación serán totalmente anónimos y que en ningún momento se os valorará por ellos. Podéis, pues, expresaros sin ningún tipo de coacción.

- Puedes pasar a la siguiente página para rellenar el **FORMATO 2**.



Fecha:
Hora de inicio:
Hora final:

FORMATO 2

CONCEPTO: MOTOR DE COMBUSTIÓN DE CUATRO TIEMPOS

Explica el concepto por escrito:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? (utiliza el dorso de esta hoja si te es necesario)

- Antes de rellenar el FORMATO 3 será necesario que lleves a cabo una aplicación, en grupo, de la metodología de Transmisión de Conocimientos EMS.

Antes de ello, deberá leer con atención la explicación que encontrarás a continuación sobre esta metodología, así como atender a la explicación oral y respuesta de preguntas (si las hay) sobre ésta.

Explicación escrita sobre la metodología EMS:

La aplicación de esta metodología consta de dos **fases**:

Fase 1: Cada uno de vosotros explicará, en voz alta, su esquema o idea mental de un concepto determinado (lo encontraréis en la hoja 7). Para ello podréis utilizar los recursos que creáis convenientes (comparaciones, metáforas, dibujos, esquemas, etc.). El objetivo es que trasmitáis, lo mejor posible, vuestra idea mental del concepto tratado.

En esta fase es imprescindible una escucha activa por parte de los otros participantes del grupo, con el objetivo de entender, lo mejor posible, lo que el compañero que habla intenta transmitir.

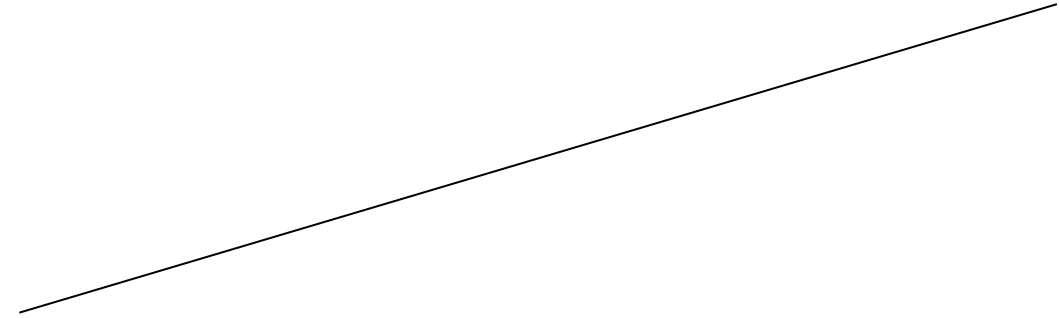
Este ejercicio se repetirá con las 5 personas del grupo.

Fase 2: La segunda fase consiste en una interacción entre los distintos participantes con el fin de reflexionar sobre el concepto y el modo de verlo que tienen los compañeros, preguntando a los compañeros sobre puntos que no se hayan visto claros, no se hayan entendido, no se hayan desarrollado suficientemente, etc. Es importante que se llegue a entender al máximo qué intentan decir los compañeros, así como que los compañeros entiendan lo que queremos transmitir.

La división entre la Fase 1 y la Fase 2 puede, en la práctica, no estar tan claramente dividida, y que la explicación de cada persona lleve ya a una reflexión. A pesar de ello, es importante que todas las personas del grupo expresen su idea mental del concepto a tratar y que todas ellas participen también en la reflexión posterior.

Un punto muy importante a tener en cuenta es que, tal y como sucede con el Brainstorming, nadie puede reír del concepto expresado por sus compañeros. Debe tenerse claro que el esquema mental de varias personas sobre un mismo concepto, a pesar de ser distintos, pueden ser válidos ambos (incluso complementarios). Entender y reflexionar sobre los esquemas mentales de los otros miembros del grupo nos llevará, seguramente, a un entendimiento mayor del concepto analizado.

- Atiende ahora a la explicación oral de la metodología EMS. Es muy importante que entiendas exactamente cómo aplicarla, puesto que vas a formar parte de un caso práctico de aplicación. Si tienes cualquier pregunta, ahora es el momento de realizarla.



- El grupo en el cuál participarás corresponde al indicado en la tapa de este cuaderno:

A1, A2, A3, A4, A5, A6, B1, B2, B3, B4, B5 o B6

Es necesario que os agrupéis en grupos según esta división, situándote en la zona en la que os indiquen según sea el grupo al que pertenecéis.



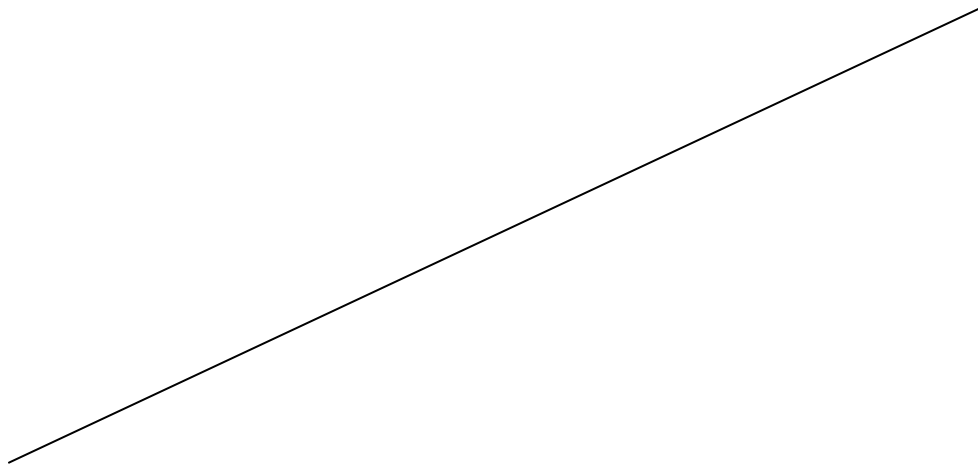
- Una vez agrupados, debéis realizar una aplicación práctica del método EMS sobre el concepto:

MOTOR HÍBRIDO

Tomad nota de

Hora de inicio: _____

Hora final: _____



- Una vez finaliza esta aplicación práctica, rellena el **FORMATO 3** que encontrarás en la página siguiente. Consiste en llevar a cabo el mismo ejercicio de **externalización del esquema mental** que has realizado en el **FORMATO 2**, pero ahora con el concepto que acabas de tratar mediante el método EMS.



Fecha:
Hora de inicio:
Hora final:

FORMATO 3

CONCEPTO: MOTOR HÍBRIDO

Explica el concepto por escrito:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? (utiliza el dorso de esta hoja si te es necesario)

- Finalmente, sólo queda rellenar el **FORMATO 4** correspondiente a tu opinión personal sobre la metodología EMS después de la sesión de experimentación en la que has participado:

FORMATO 4

Fecha:
 Hora de inicio:
 Hora final:

Contesta al siguiente cuestionario según tu experiencia:

1- ¿Te has sentido cómodo durante el experimento?

2- ¿Crees que el esquema mental que tenías del concepto analizado ha cambiado respecto antes del experimento?

3- Si es así,

¿Se ha completado?	Sí	No
¿Se ha vuelto más claro?	Sí	No
¿Tiene nuevos matices?	Sí	No
¿Es ahora más confuso?	Sí	No
¿Ves el concepto más interesante?	Sí	No
¿Lo has aprendido con más profundidad?	Sí	No

4- ¿Te ha sido fácil aplicar esta técnica al ejercicio realizado?

5- ¿Crees que sería aplicable en el ámbito del aprendizaje normal/habitual (entre un grupo de estudiante / compañeros)?

6- ¿Que otros beneficios crees que tiene este método?

7- ¿Qué modificaciones propondrías a este tipo de experimento para obtener mayores beneficios?

8- Otros:

Si lo necesitas, utiliza el dorso para responder a las preguntas

Muchas gracias por tu participación.

Anexo C: – Información entregada a los participantes del experimento en el ámbito empresarial, previo al desarrollo de la sesión de investigación.

Propuesta de participación en experimentación basada en el método EMS como caso particular en la industria:

Se trata de una experimentación de carácter voluntario en el campo de la industria que se basa en una serie de pruebas puntuales y de duración limitada, desligadas totalmente de la jefatura y que se propone a título individual. La participación o no en esta experimentación depende únicamente de la decisión individual de cada persona.

En caso de decidir participar en esta experimentación deberá firmarse una nota de “Aceptación de participación”. De esta manera se acepta que los resultados obtenidos con ésta puedan ser analizados y publicados en una tesis doctoral, manteniéndose siempre la identidad tanto de los participantes como del área y empresa a la que pertenecen.

En ningún caso se facilitará ningún resultado ni detalle de esta experimentación a la jefatura de cada uno de los participantes ni se propondrá la aplicación de esta metodología en el trabajo diario del área. Se tratará siempre como un tema independiente de la empresa.

Para llevar a cabo este experimento se ha realizado esta misma solicitud a 5 personas del mismo área y tipo de trabajo.

Interés y motivación de esta experimentación:

En el campo de la universidad se ha desarrollado una metodología para favorecer el intercambio de esquemas mentales de conceptos de ingeniería entre estudiantes que están llevando a cabo un proceso paralelo de aprendizaje del mismo tipo de conceptos de ingeniería.

Esta metodología ha sido validada estadísticamente en el campo universitario, llevando a cabo una muestra suficientemente grande de pruebas que permitan asegurar, con un

nivel de confianza suficientemente elevado, la validez y representabilidad de los resultados obtenidos.

Como tercera fase se pretende poder analizar la aplicación de esta metodología en el ámbito de la industria, como método para facilitar el intercambio de esquemas mentales, esta vez de conocimientos propios de cada participante debido a su experiencia personal en el trabajo y a sus propios esquemas mentales creados a partir de su formación y de esta experiencia (análisis de la transmisión de conocimiento).

Con ello no se pretende volver a realizar una validación estadística de la metodología, sino únicamente analizar la aplicación de la metodología en un caso práctico y real.

En qué consiste esta experimentación:

El experimento diseñado estará formado por dos ejercicios sencillos: (en ningún momento se buscará un resultado correcto o incorrecto de ninguno de ellos, sino que lo interesante y en lo que se focaliza la experimentación es en analizar la existencia de distintos puntos de vista diferentes y cómo poder aprovechar o sacar un mayor rendimiento de esta variedad).

Fase 1: Una primera fase individual en la que deberá rellenarse un formato sobre puntos básicos del tipo de trabajo que el participante desarrolla normalmente. (Para ello se dejará total libertad y el tiempo que sea necesario: será una actividad individual que se podrá llevar a cabo en el momento en el que le vaya mejor al participante, teniendo una semana para llevarlo a cabo). (El tiempo estimado para este punto no sobrepasa, nunca, de la media hora).

Fase 2: A partir del análisis de los resultados de la fase 1 se llevará a cabo una prueba experimental en grupo (un total de 5 personas que hayan aceptado participar en esta investigación) aplicando la metodología EMS. Esta metodología consiste en un proceso muy sencillo e intuitivo. Esta segunda fase consistirá en rellenar un primer formulario (pre-test), llevar a cabo el método según las explicaciones recibidas, y volver a rellenar un formulario como el inicial (post-test). El análisis de la diferencia entre el pre-test y el post-test se utilizará para analizar la influencia de la metodología.

Se pretende llevar a cabo este proceso con 3 o 4 conceptos distintos (según la disponibilidad de tiempo). El tiempo estimado para este ejercicio será de una hora y media aproximadamente (una única sesión).

Finalmente, después de terminar la sesión, se solicitará a los participantes que rellenen un último formulario sobre su impresión personal sobre la metodología EMS, así como su opinión personal sobre la posibilidad real de aplicación en la empresa, si existen carencias en la organización que no lo permitan, etc.

FORMATO 0

Conformidad de participación de la investigación:

Yo, _____, estoy de acuerdo en colaborar en el desarrollo de la investigación *Validación de la metodología de Transmisión de Conocimientos EMS*, que se llevará a cabo dentro de en esta sesión.

Asimismo, ruego tengan en cuenta que:

- sí** doy permiso para que aparezca mi nombre en los resultados de la investigación.
- no** doy permiso para que aparezca mi nombre en los resultados de la investigación.

Atentamente,

Martorell, 16 de noviembre del 2006

FORMATO 1

Preparación de la sesión de investigación

¿Podrías listar cuáles son los conceptos básicos que crees imprescindibles par la realización de tu trabajo diario como Técnico de Procesos Chapistería?

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

(Podéis utilizar el reverso de la hoja si lo necesitáis)

- Lee con atención el enunciado correspondiente al ejercicio del **FORMATO 2** que encontrarás en esta misma hoja. Cuando hayas terminado de leerlo, rellena el Formato 2 que encontrarás en la página siguiente. Si tienes cualquier duda, pregunta antes de rellenarlo.

Esta primera parte de la sesión es totalmente individual.

Enunciado del formato 2:

Se trata de expresar (por escrito, mediante dibujos, esquemas, etc.) tu **esquema mental** de los conceptos que se te plantean (un total de 4 conceptos, que encontrarás en las 4 páginas siguientes). Para ello puedes utilizar los recursos que necesites, tales como fórmulas, comparaciones, metáforas,...

Se trata de conseguir transmitir, de la manera más fiel posible, cual es tu idea mental del concepto que habrás ido adquiriendo y formando a lo largo de experiencia laboral y formación.

El objetivo es no poner límites a esta externalización de tu concepto y intentarlo expresar de la manera más acorde con lo que piensas.

Volvemos a recordar que los resultados de esta investigación serán totalmente anónimos y no serán utilizados fuera de esta investigación. Puedes, pues, expresarte sin ningún tipo de coacción.

Bajo el título de cada concepto, encontrarás un listado de preguntas. Éstas buscan ser una ayuda adicional en la externalización del concepto. No es obligado contestarlas. Puedes utilizarlas en caso de que lo creas oportuno.

Nota: Los conceptos elegidos corresponden a aquellos conceptos básicos que, mayoritariamente dentro del grupo, creéis imprescindibles para la realización de vuestro trabajo diario como Técnico de Procesos Chapistería (a partir de la valoración individual que realizasteis con anterioridad a esta sesión).

- Puedes pasar a la siguiente página para rellenar el **FORMATO 2**.



FORMATO 2.1

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

CONCEPTO: CONOCIMIENTOS GENERALES DE ELECTRICIDAD

¿Qué conocimientos generales de electricidad necesitas conocer para el desarrollo de tu trabajo diario?

¿Para qué? ¿Con qué finalidad?

¿Qué tipo de trabajo te permiten desarrollar?

...

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

FORMATO 2.2

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

CONCEPTO: CONOCIMIENTOS DEL PRODUCTO

¿Qué tipo de conocimientos / información?

¿De dónde se obtiene esta información? ¿Cómo la aprendes?

¿Para qué la necesitas? ¿Tipo de actividades que debes realizar con esta información?

...

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

FORMATO 2.3

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

CONCEPTO: CONOCIMIENTOS DE TÉCNICAS DE UNIÓN

¿Qué tipo de conocimientos necesitas? ¿Para qué / dónde aplicas estos conocimientos? ¿De dónde sacas / aprendes la información? ¿Qué tipo de actividades los requieren?

...

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

FORMATO 2.4

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

**CONCEPTO: Gestión de una situación típica de un técnico de Procesos
Chapistería: PUESTA A PUNTO DE UNA INSTALACIÓN Y PRIMERAS
PRESERIES**

¿Qué actividades básicas realizas? ¿Cómo planteas tu trabajo diario?

...

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

- Antes de rellenar el FORMATO 3 será necesario que lleves a cabo una aplicación, en grupo, de la metodología de Transmisión de Conocimientos EMS.

Antes de ello, deberás leer con atención la explicación que encontrarás a continuación sobre esta metodología. Haz las preguntas que creas convenientes sobre la metodología antes de iniciar la aplicación práctica.

Explicación escrita sobre la metodología EMS:

La aplicación de esta metodología consta de dos **fases**:

Fase 1: Cada uno de vosotros **explicará**, en **voz alta**, su **esquema o idea mental** de un **concepto determinado**. Para ello podréis utilizar los recursos que creáis convenientes (comparaciones, metáforas, dibujos, esquemas, etc.). El objetivo es que transmitáis, lo mejor posible, vuestra idea mental del concepto tratado.

En esta fase es imprescindible una **escucha activa** por parte de los otros participantes del grupo, con el objetivo de entender, lo mejor posible, lo que el compañero que habla intenta transmitir.

Este ejercicio se repetirá con las 5 personas del grupo.

Fase 2: La segunda fase consiste en una **interacción** entre los distintos participantes con el fin de **reflexionar** sobre el concepto y el modo de verlo que tienen los compañeros, **preguntando** a los compañeros sobre puntos que no se hayan visto claros, no se hayan entendido, no se hayan desarrollado suficientemente, etc. Es importante que se llegue a entender al máximo qué intentan decir los compañeros, así como que los compañeros entiendan lo que queremos transmitir.

La **división** entre la Fase 1 y la Fase 2 puede, en la práctica, **no ser tan clara**, y que la explicación de cada persona lleve ya a una reflexión por parte del grupo. A pesar de ello, es importante que **todas** las personas del grupo **expresen su idea mental** del concepto a tratar y que todas ellas **participen** también en la **reflexión** posterior.

Un punto muy importante a tener en cuenta es que, tal y como sucede con el Brainstorming, **nadie puede reír** del concepto expresado por sus compañeros. Debe tenerse claro que el esquema mental de varias personas sobre un mismo concepto, a pesar de ser distintos, pueden ser válidos ambos (incluso complementarios). **Entender** y **reflexionar** sobre los esquemas mentales de los otros miembros del grupo nos llevará, seguramente, **a un entendimiento mayor del concepto analizado**.

Aplicaréis esta metodología para los 4 conceptos tratados anteriormente. Después de tratar cada uno de los conceptos, volveréis a realizar una externalización individual y por escrito de vuestro esquema mental del concepto tratado.

Podéis empezar por el primer concepto:

CONOCIMIENTOS GENERALES DE ELECTRICIDAD



Rellena nuevamente el formato explicando tu esquema mental del concepto tras la aplicación de la metodología EMS:

FORMATO 3.1

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

CONCEPTO: CONOCIMIENTOS GENERALES DE ELECTRICIDAD

¿Qué conocimientos generales de electricidad necesitas conocer para el desarrollo de tu trabajo diario?

¿Para qué? ¿Con qué finalidad?

¿Qué tipo de trabajo te permiten desarrollar?

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

Aplicar ahora la metodología EMS al segundo concepto:

CONOCIMIENTOS DEL PRODUCTO



Rellena nuevamente el formato explicando tu esquema mental del concepto tras la aplicación de la metodología EMS:

FORMATO 3.2

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

CONCEPTO: CONOCIMIENTOS DEL PRODUCTO

¿Qué tipo de conocimientos / información?

¿De dónde se obtiene esta información? ¿Cómo la aprendes?

¿Para qué la necesitas? ¿Tipo de actividades que debes realizar con esta información?

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

Aplicar ahora la metodología EMS al tercer concepto:

CONOCIMIENTOS DE TÉCNICAS DE UNIÓN



Rellena nuevamente el formato explicando tu esquema mental del concepto tras la aplicación de la metodología EMS:

FORMATO 3.3

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

CONCEPTO: CONOCIMIENTOS DE TÉCNICAS DE UNIÓN

¿Qué tipo de conocimientos / información?

¿De dónde se obtiene esta información? ¿Cómo la aprendes?

¿Para qué la necesitas? ¿Tipo de actividades que debes realizar con esta información?

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

Aplicar ahora la metodología EMS al cuarto concepto:

**Gestión de una situación típica de un técnico de Procesos
Chapistería: PUESTA A PUNTO DE UNA INSTALACIÓN Y
PRIMERAS PRESERIES**



Rellena nuevamente el formato explicando tu esquema mental del concepto tras la aplicación de la metodología EMS:

FORMATO 3.4

Fecha: 16/11/06

Hora de inicio:

Hora final:

**CONCEPTO: Gestión de una situación típica de un técnico de Procesos
Chapistería: PUESTA A PUNTO DE UNA INSTALACIÓN Y PRIMERAS
PRESERIES**

¿Qué actividades básicas realizas? ¿Cómo planteas tu trabajo diario?

Explica el concepto por escrito, aplicado a tu trabajo diario:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Si lo crees oportuno, explica el concepto gráficamente:

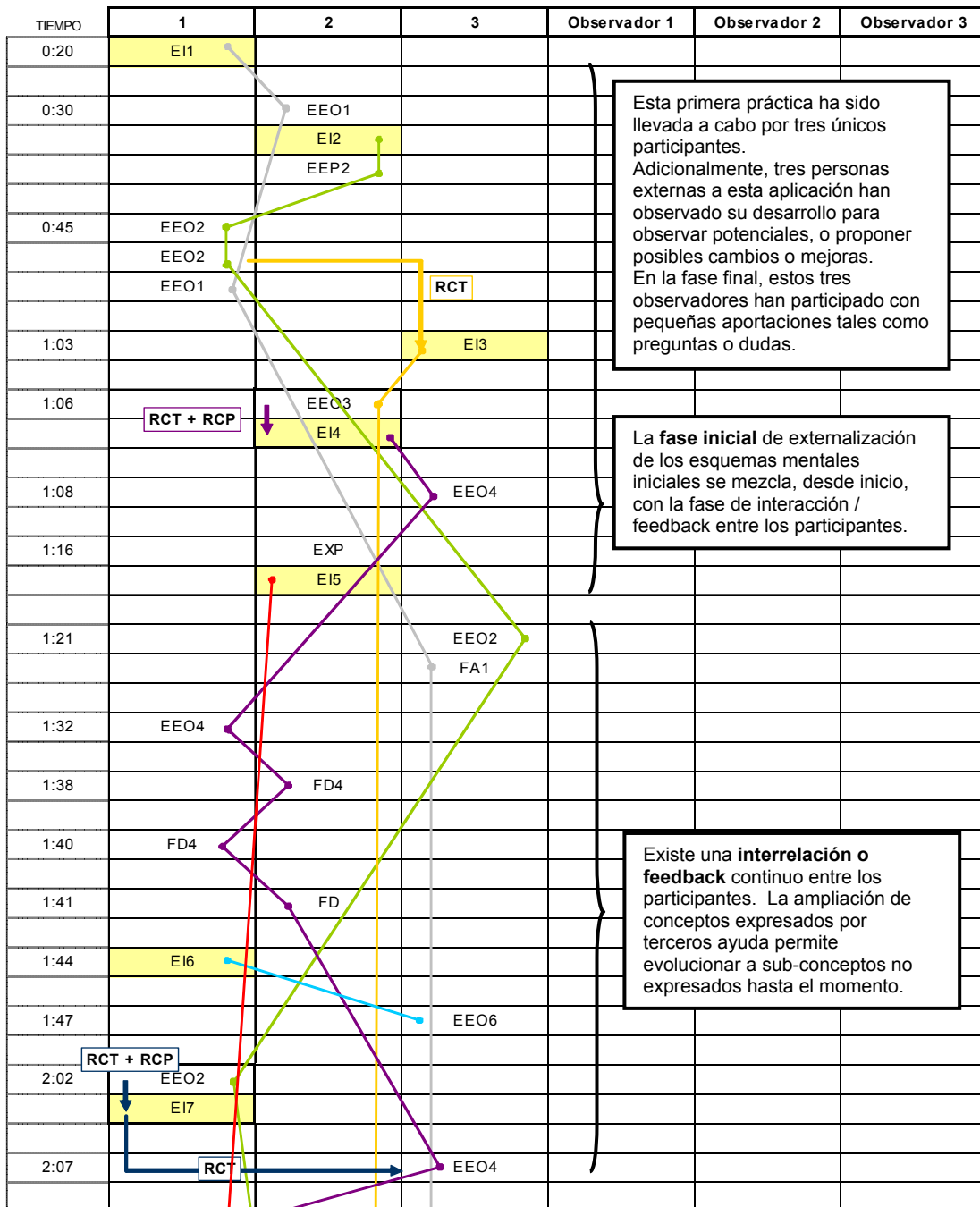
¿Otra manera de explicar el concepto? Puedes utilizar el dorso de esta hoja si lo crees necesario.

Anexo D: – Análisis del protocolo: Codificación de primeras sesiones de aplicación de la metodología EMS llevadas a cabo en el ámbito universitario para observar primeras tendencias de los resultados.

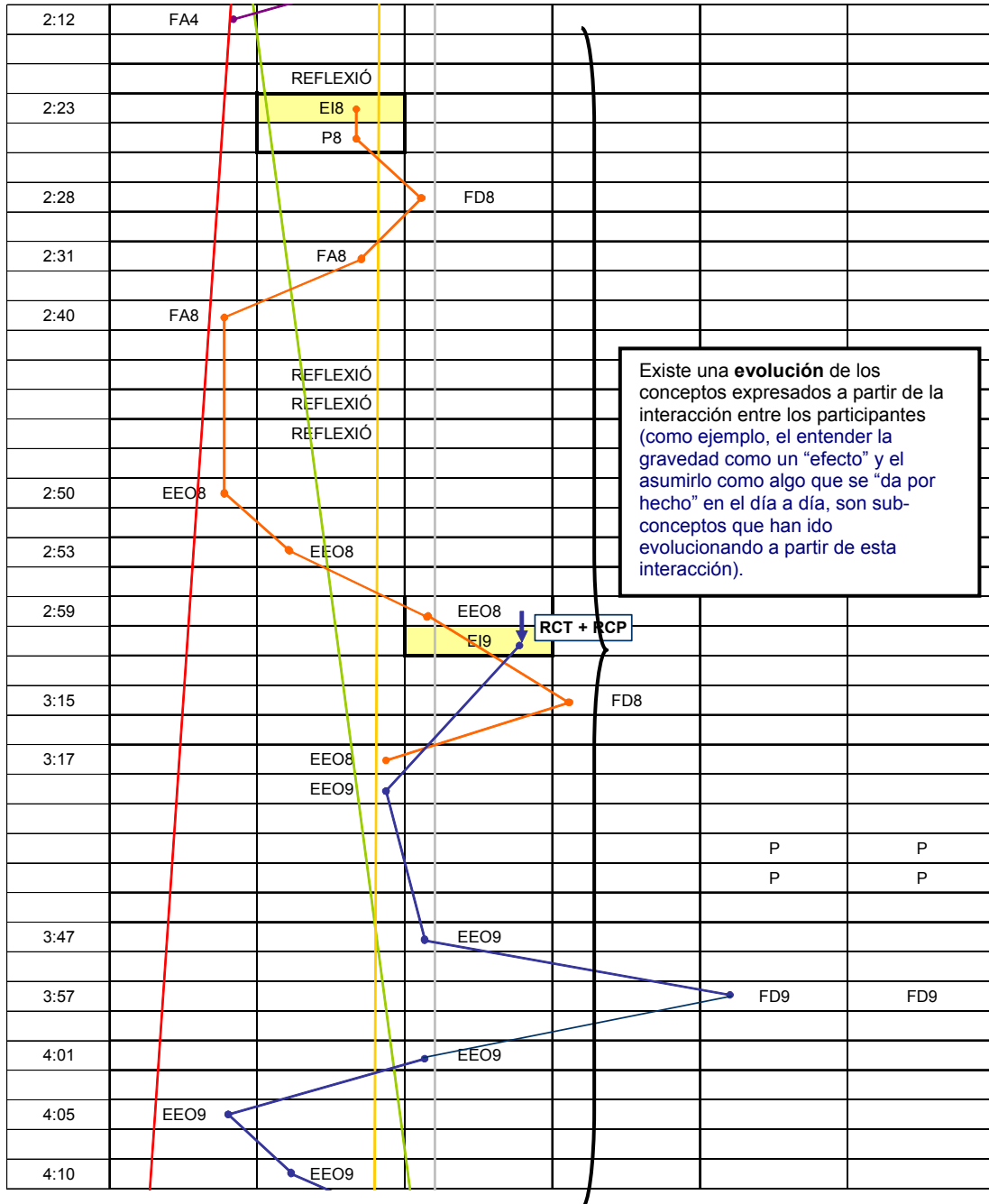
Sobre la transcripción de cada una de las sesiones que se presentan, se han realizado comentarios puntuales acerca de puntos importantes y ejemplos que se han querido destacar. No se adjunta el análisis detallado de cada una de las transcripciones realizadas por el gran volumen de éstas y la dificultad de ser tratarlas sin entrar en un nivel de detalle y profundidad muy elevado. De todos modos, las anotaciones realizadas pretenden ser un reflejo significativo.

Con el fin de facilitar la transcripción, los objetos de transcripción de verbalizaciones no se han dibujado dentro del círculo característico definido en el apartado 4.1.1.2.2.2. Los elementos propios del proceso mental reflejados son los elementos principales (RCP – Reflexión sobre el concepto propio y RCT – Reflexión sobre el concepto de terceros), no entrando, nuevamente, en el detalle de sub-tipos de elementos propios de la reflexión (apartado 4.1.1.2.2.2) debido a que el nivel de profundidad y detalle necesarios no permitiría mostrar, de manera breve y fácilmente entendible, los resultados del análisis del protocolo realizado.

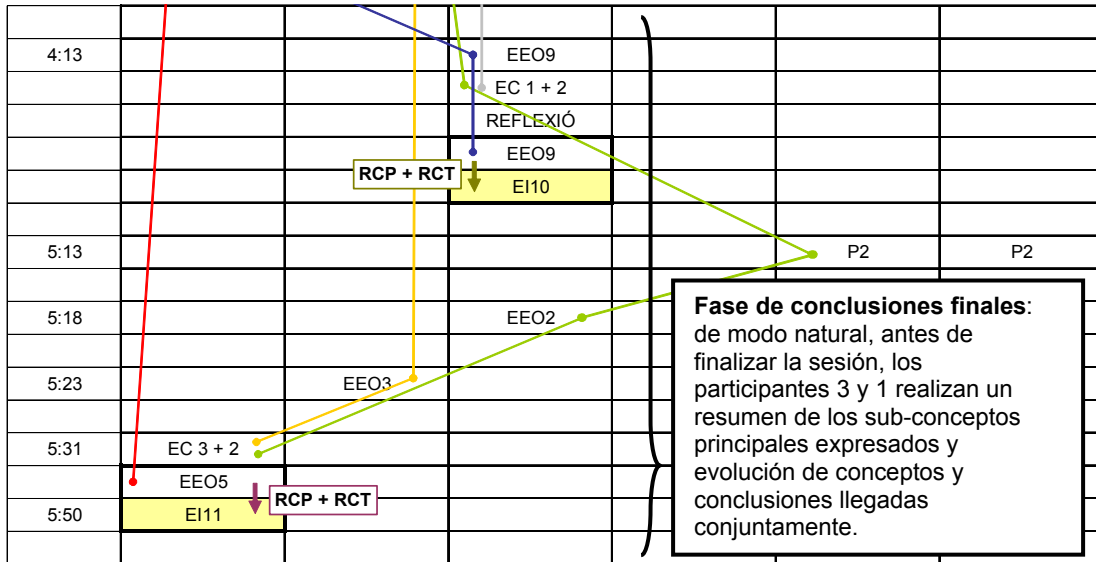
Concepto: Gravedad – Hoja 1/3



Concepto: Gravedad – Hoja 2/3

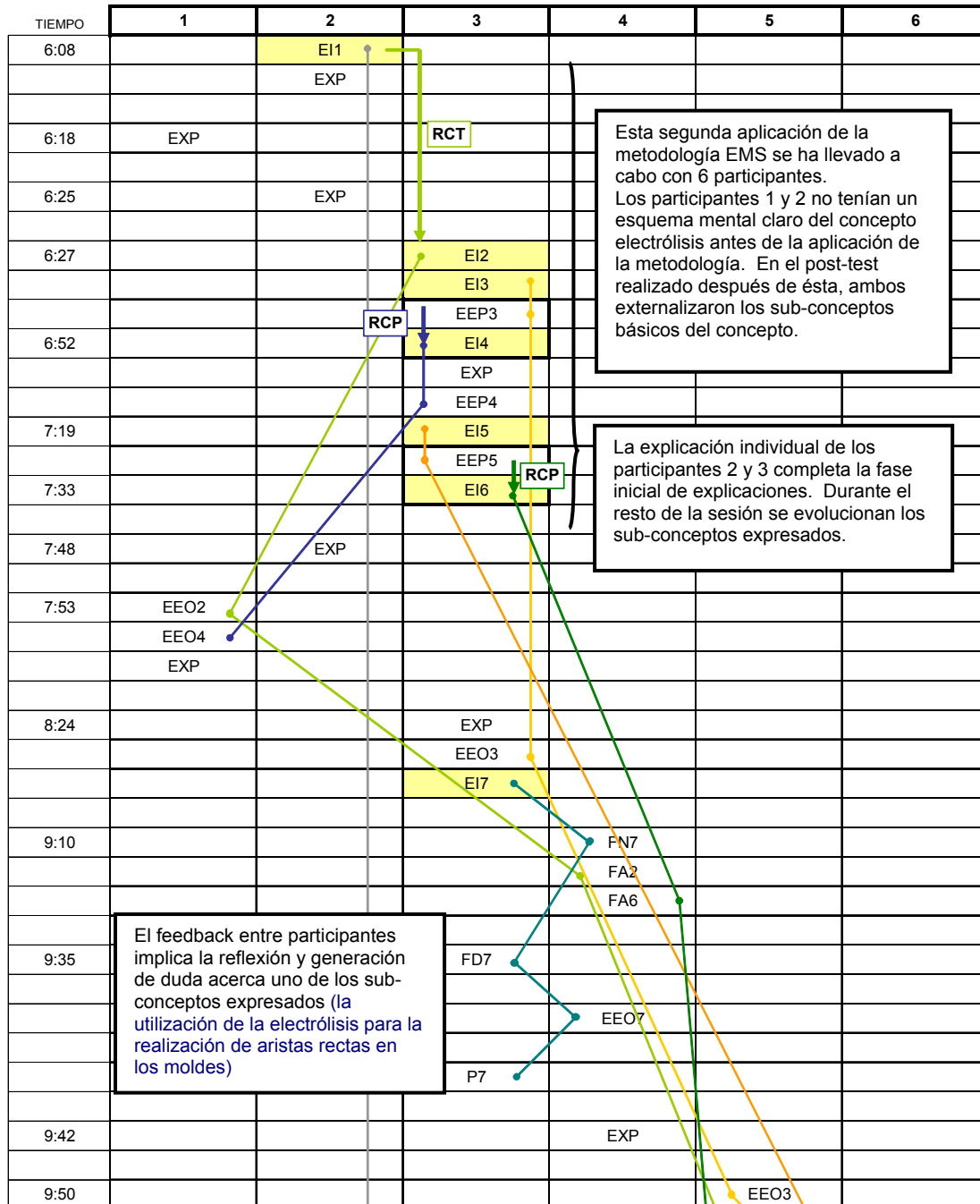


Concepto: Gravedad – Hoja 3/3

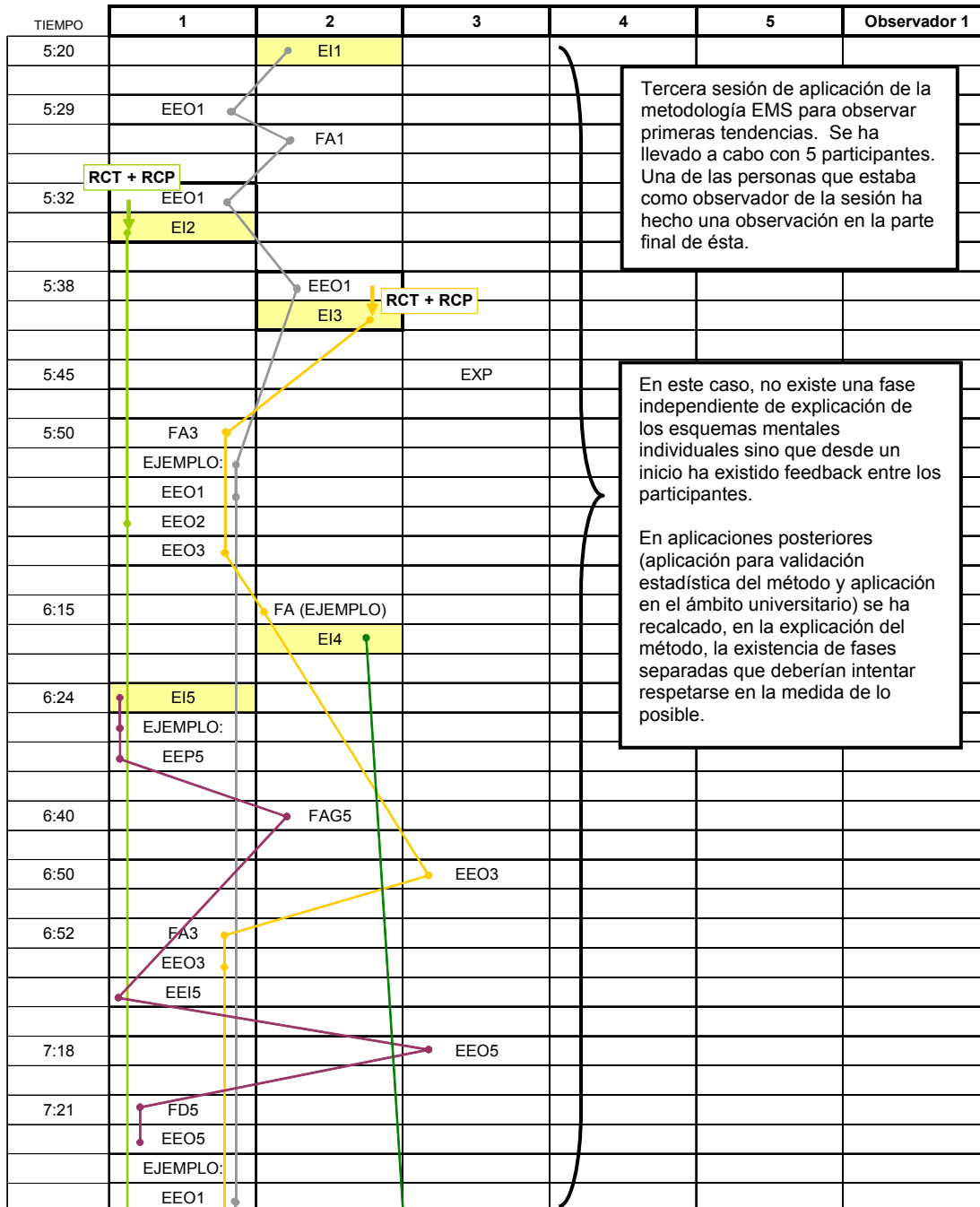


Tiempo al inicio de la sesión: 0:00

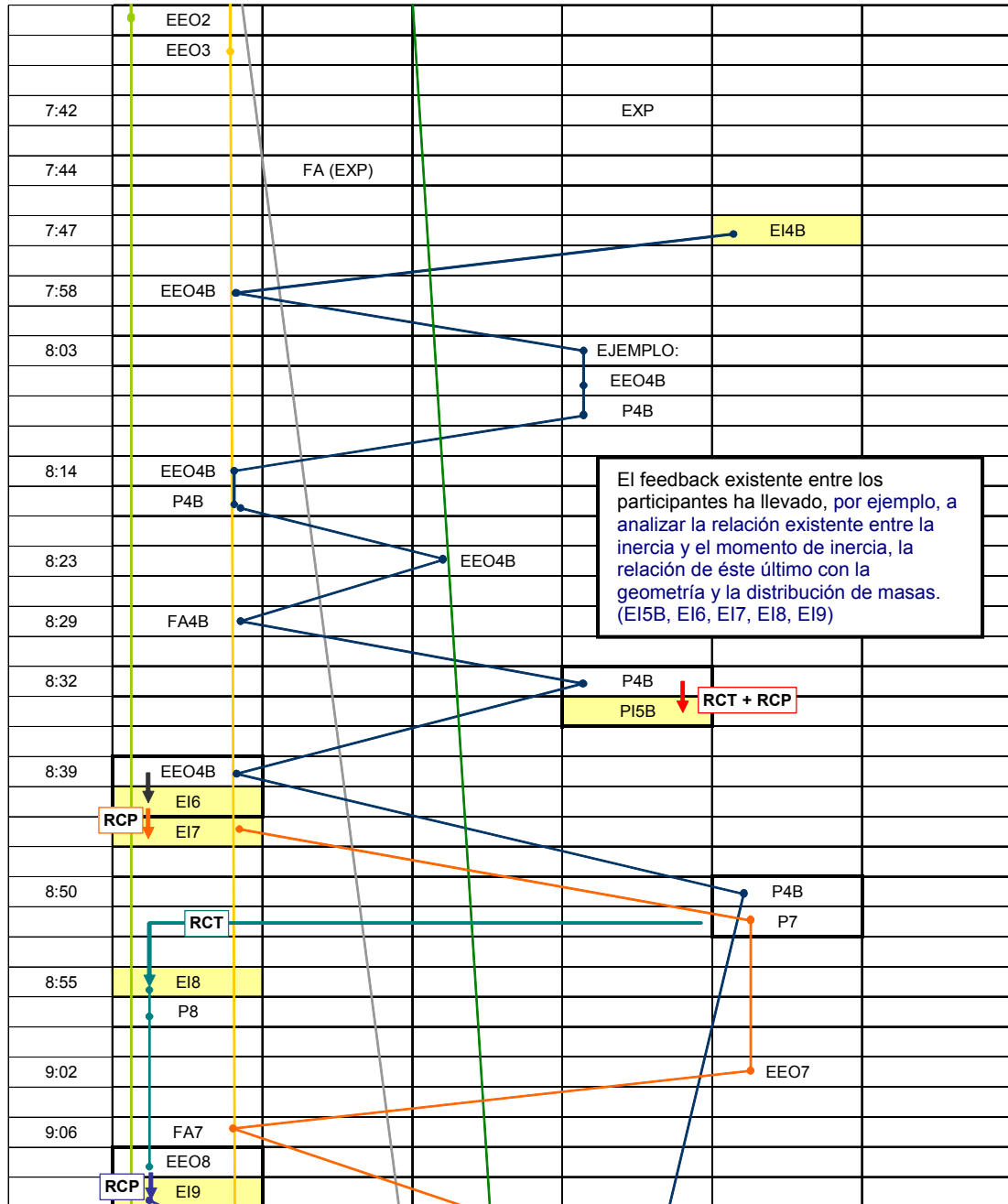
Concepto: Electrólisis – Hoja 1/2



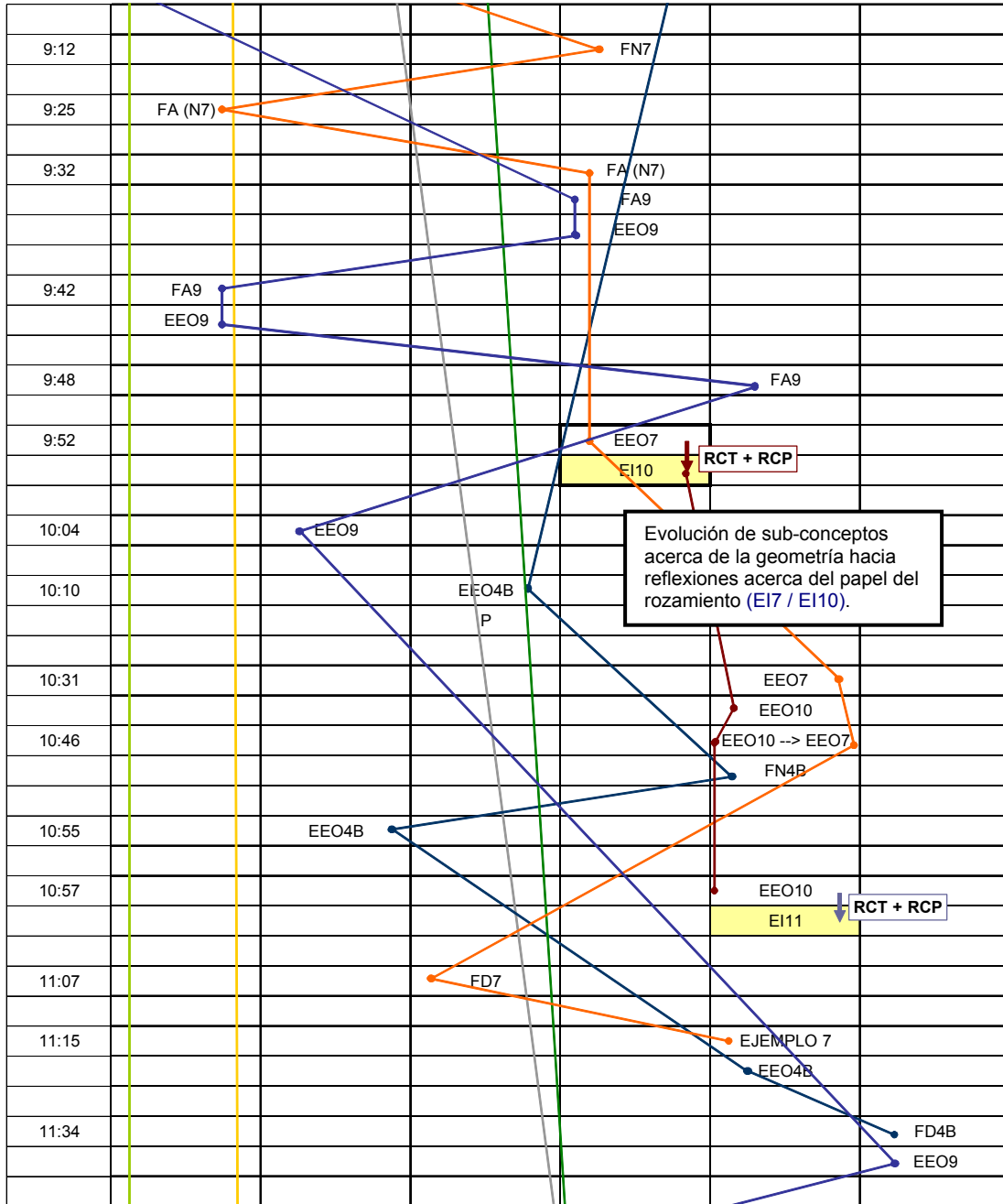
Concepto: Inercia – Hoja 1/5



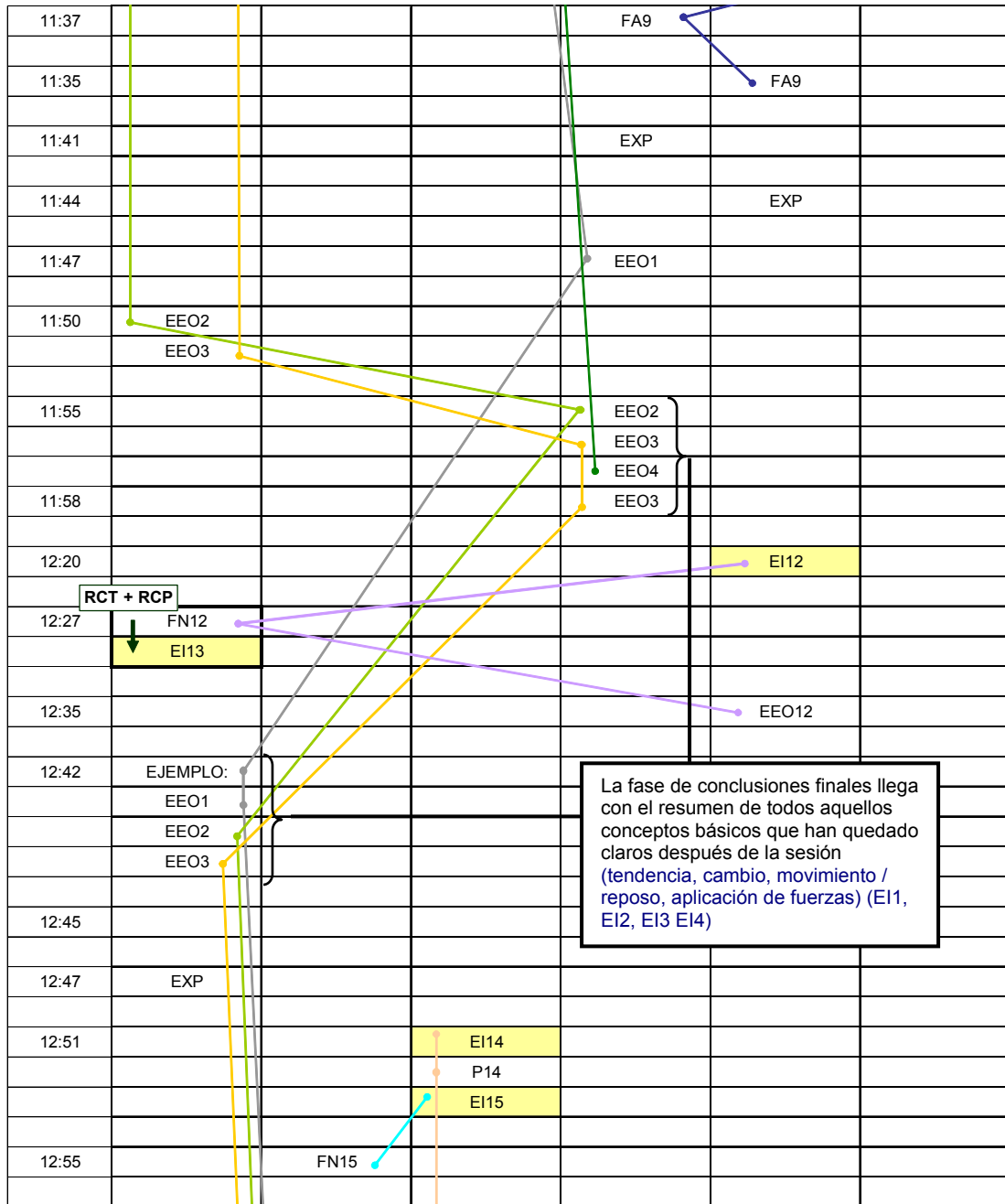
Concepto: Inercia – Hoja 2/5



Concepto: Inercia – Hoja 3/5



Concepto: Inercia – Hoja 4/5



Concepto: Inercia – Hoja 5/5

13:01				EEP14			
13:13		FN14					
13:16						FD14	
13:20				EEP14			
13:22	FD14	FD14				FD14	
13:31	EC						
13:39					EC		
13:43						REFLEXIÓN	
13:50					REFLEXIÓN		
13:59	REFLEXIÓN						
14:05						REFLEXIÓN	
14:17		EEO1					
		EEO2					
		EEO3					

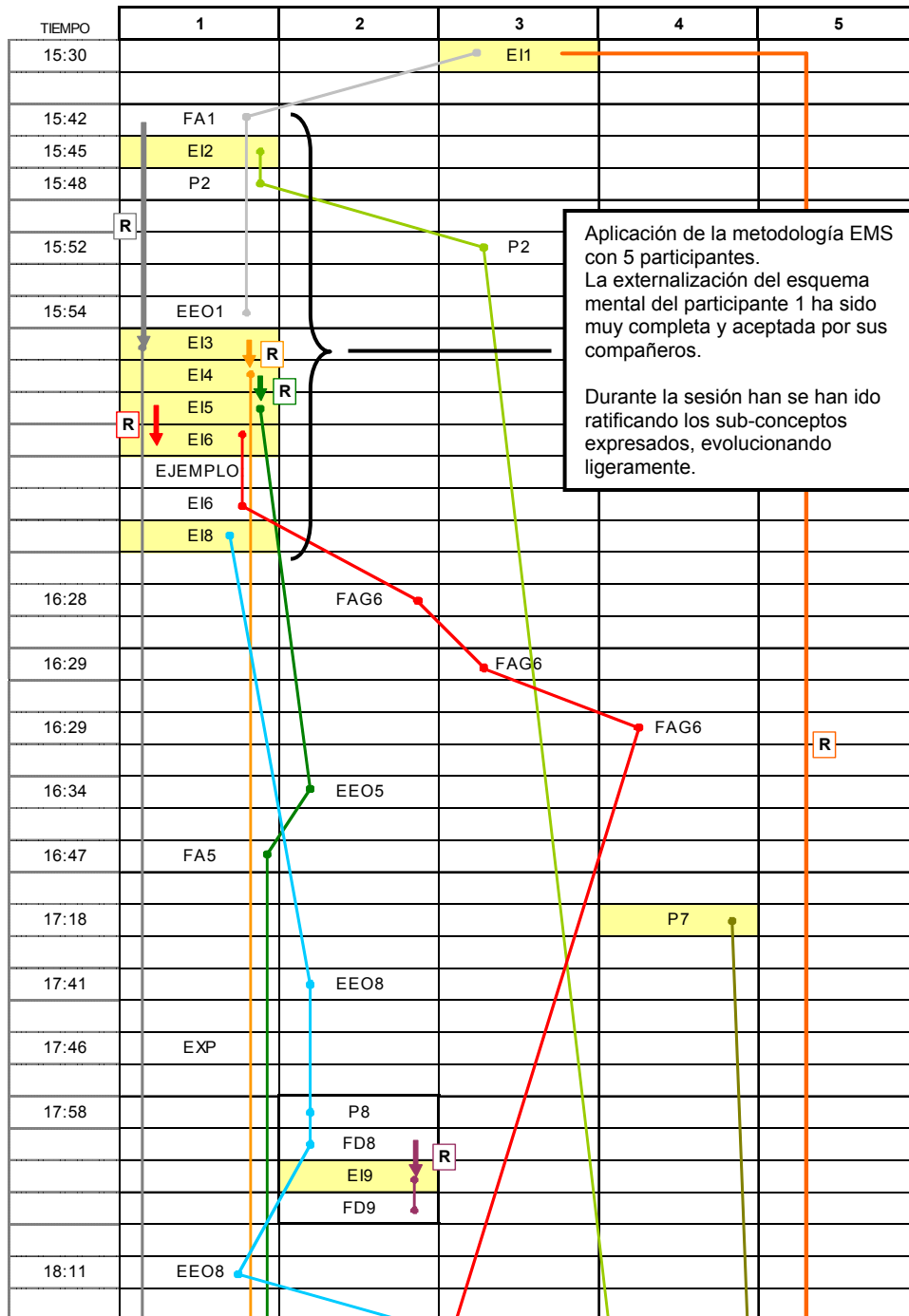
Reflexión sobre conceptos no válidos que han sido desestimados después de un proceso de intercambio de ideas (p. ej. dependencia de la inercia del sistema de referencia)

Fase de reflexión sobre la metodología y el haberse dado cuenta de que no tenían el concepto tan claro como creían antes de empezar la sesión.

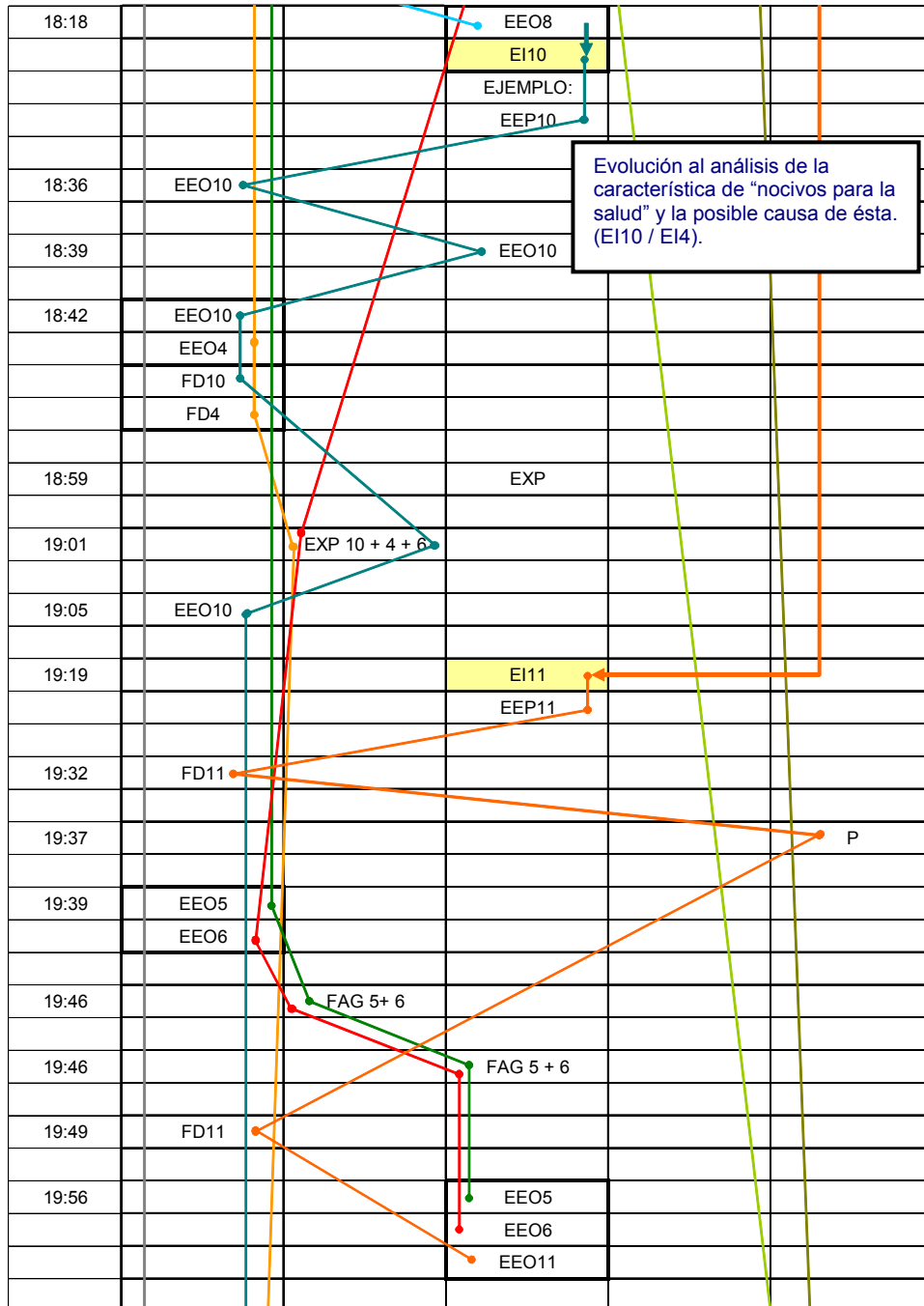
Nuevamente, fase de conclusiones finales comunes.

Tiempo al inicio de la sesión: 6:00

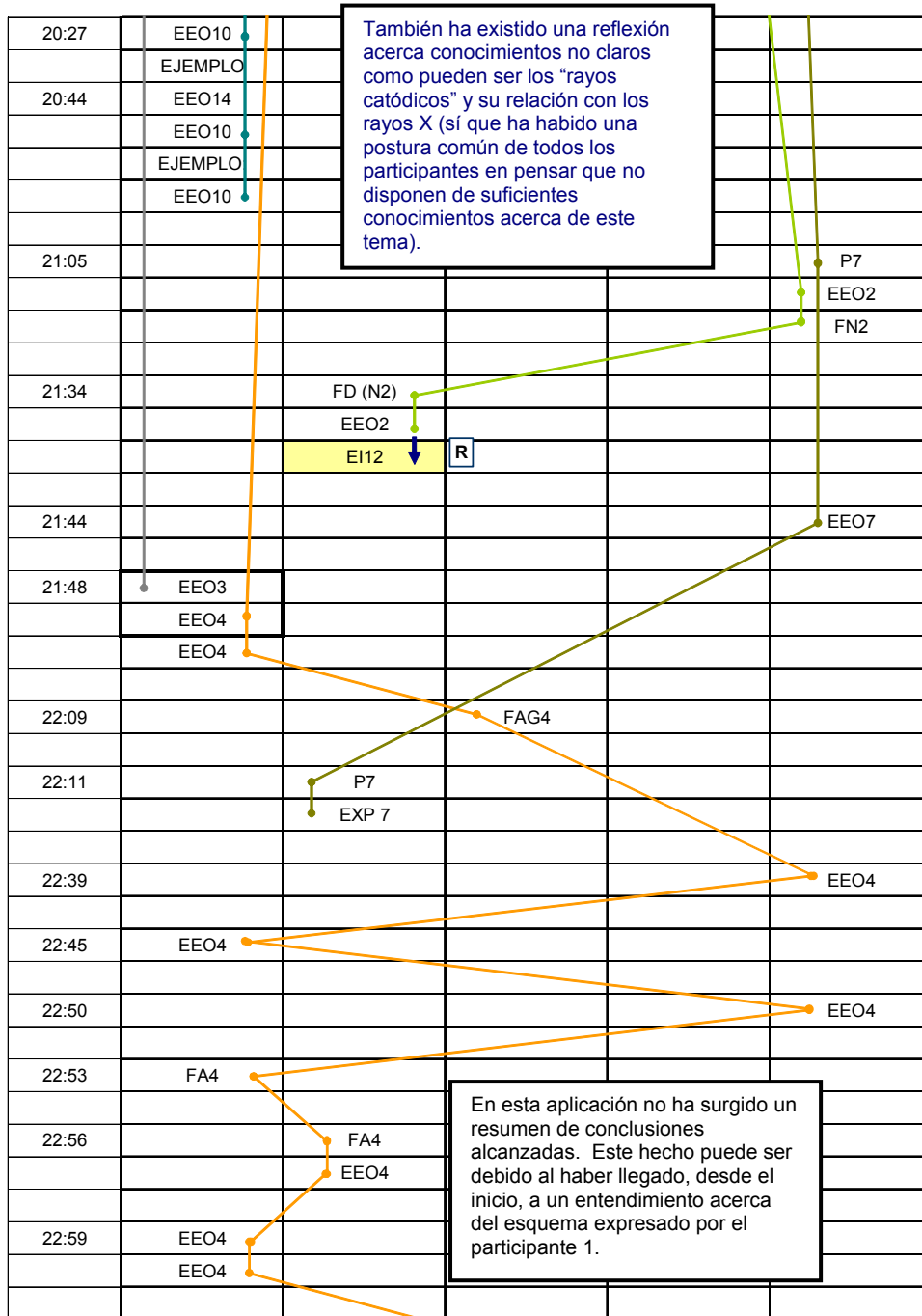
Concepto: Rayos X – Hoja 1/4



Concepto: Rayos X – Hoja 2/4



Concepto: Rayos X – Hoja 3/4

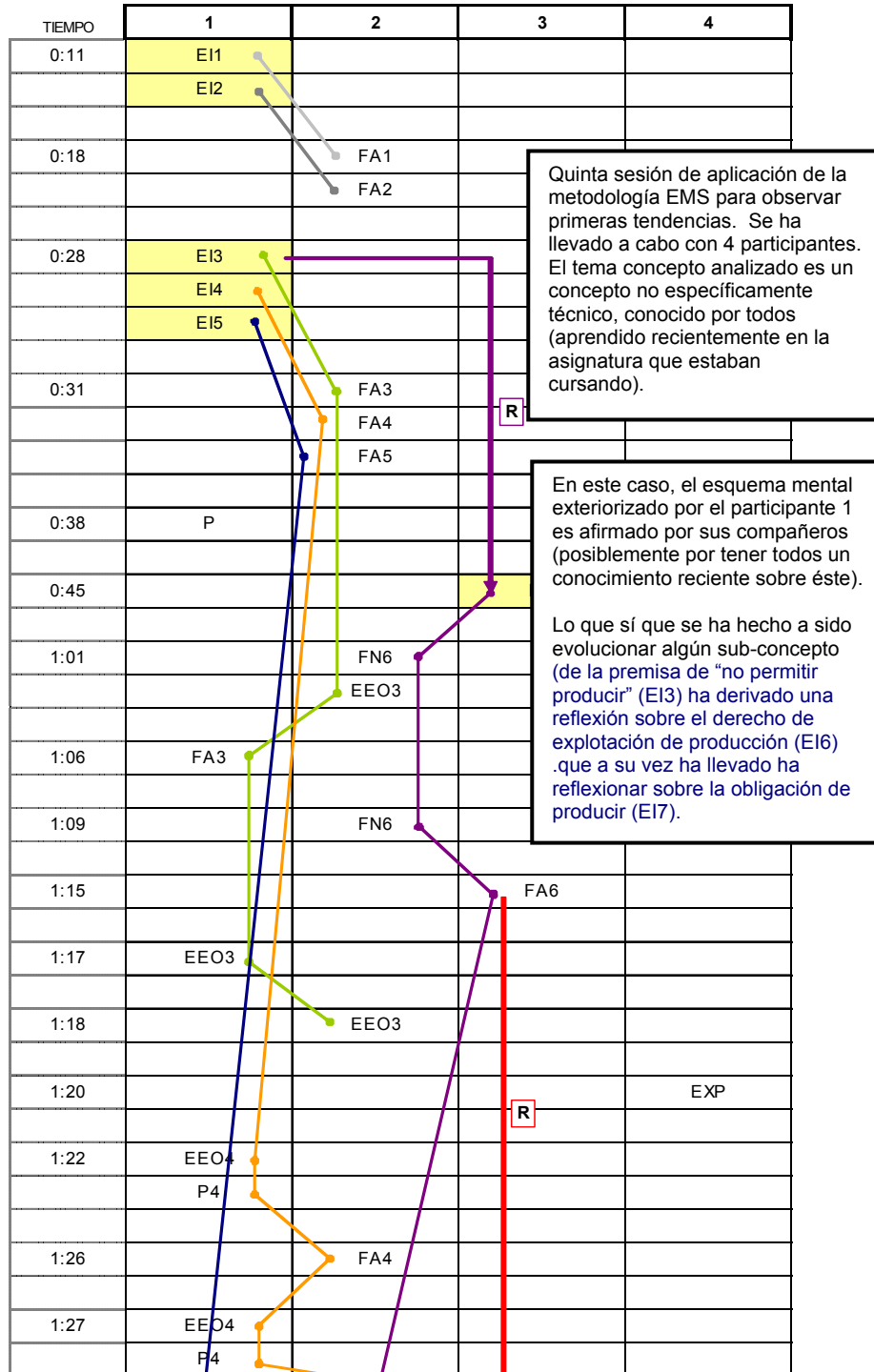


Concepto: Rayos X – Hoja 4/4

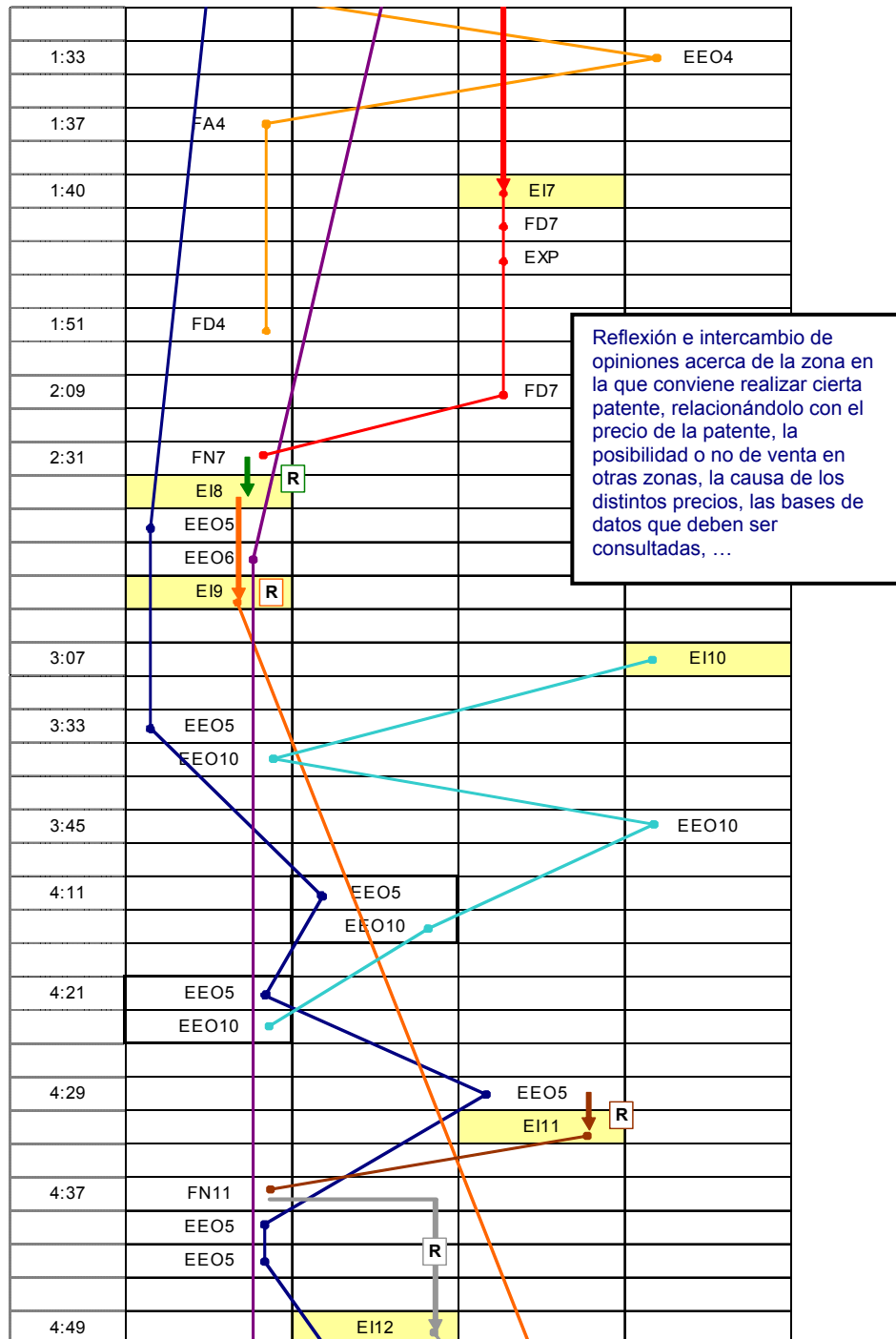
23:13			EEO4		
23:17		ANÉCDOTA (4)			
23:46	EEO4				
23:51		FA4			

Tiempo al inicio de la sesión: 15:20

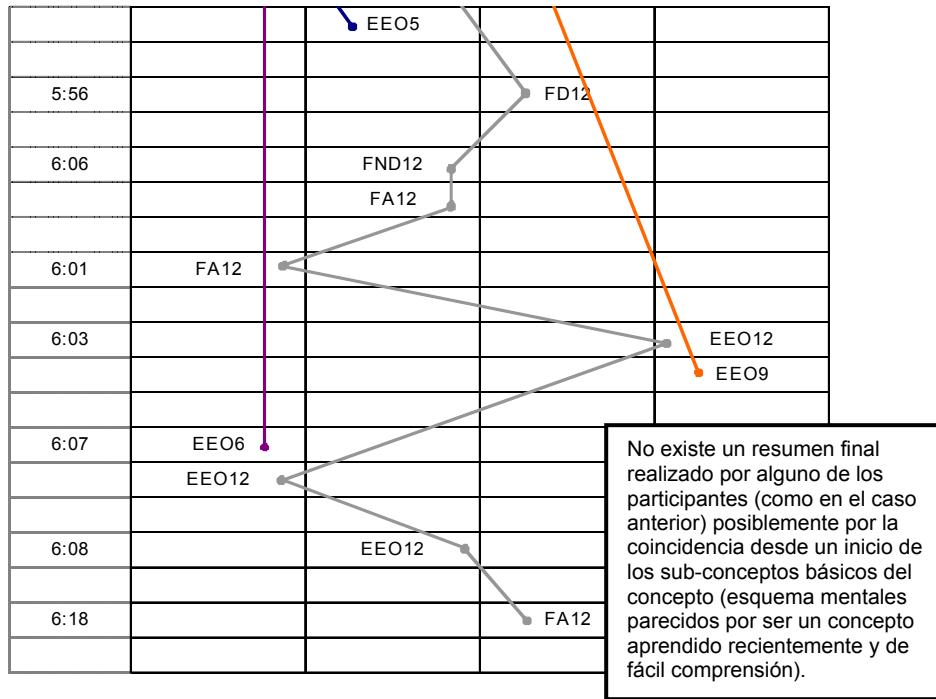
Concepto: Patentes – Hoja 2/3



Concepto: Patentes – Hoja 2/3



Concepto: Patentes – Hoja 3/3



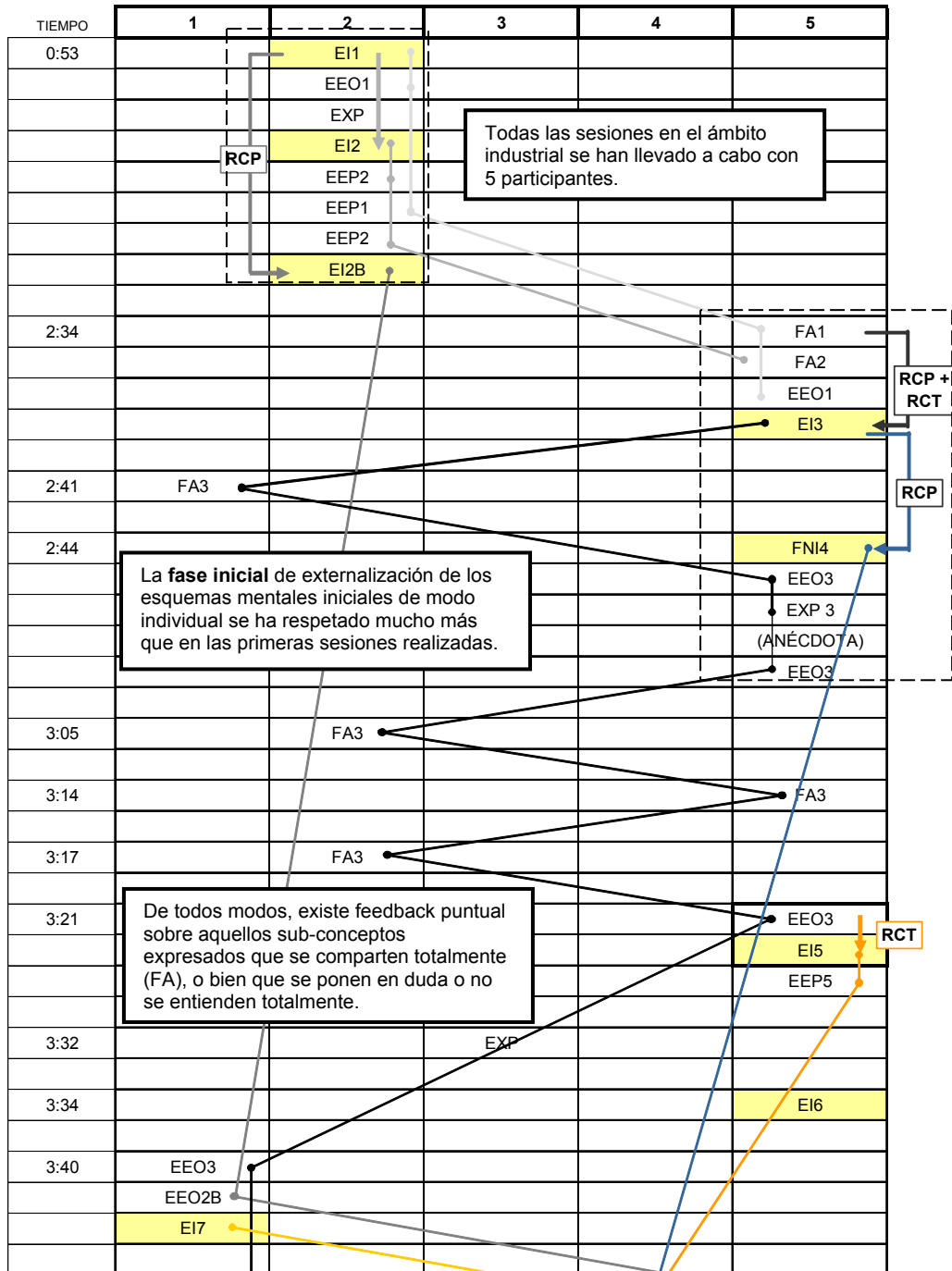
Tiempo al inicio de la sesión: 0:00

Anexo E: – Análisis del protocolo: Codificación de las sesiones de aplicación de la metodología EMS llevadas a cabo en el ámbito industrial

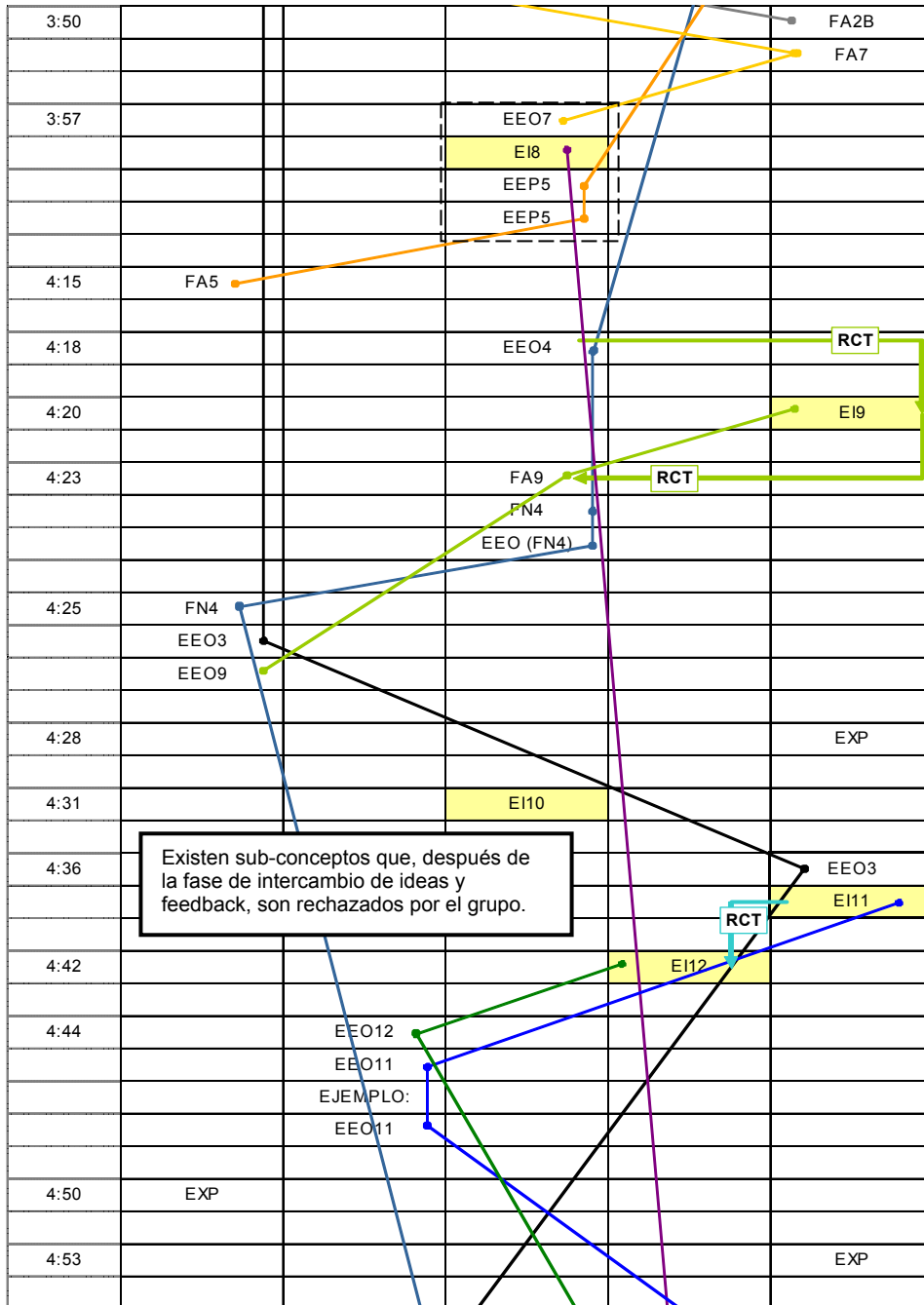
Tal y como se ha comentado al inicio del Anexo D, en este caso también se han realizado comentarios puntuales acerca de puntos importantes y ejemplos sobre la transcripción de cada una de las cuatro sesiones llevadas a cabo en el ámbito industrial. No se adjunta el análisis detallado de cada una de las transcripciones realizadas por el gran volumen de éstas y la dificultad de ser tratarlas sin entrar en un nivel de detalle y profundidad muy elevado. De todos modos, las anotaciones realizadas pretenden ser un reflejo significativo.

Nuevamente, y con el fin de facilitar la transcripción, los objetos de transcripción de verbalizaciones no se han dibujado dentro del círculo característico definido en el apartado 4.1.1.2.2.2. Los elementos propios del proceso mental reflejados son los elementos principales (RCP – Reflexión sobre el concepto propio y RCT – Reflexión sobre el concepto de terceros), no entrando, nuevamente, en el detalle de sub-tipos de elementos propios de la reflexión (apartado 4.1.1.2.2.2) debido a que el nivel de profundidad y detalle necesarios no permitiría mostrar, de manera breve y fácilmente entendible, los resultados del análisis del protocolo realizado.

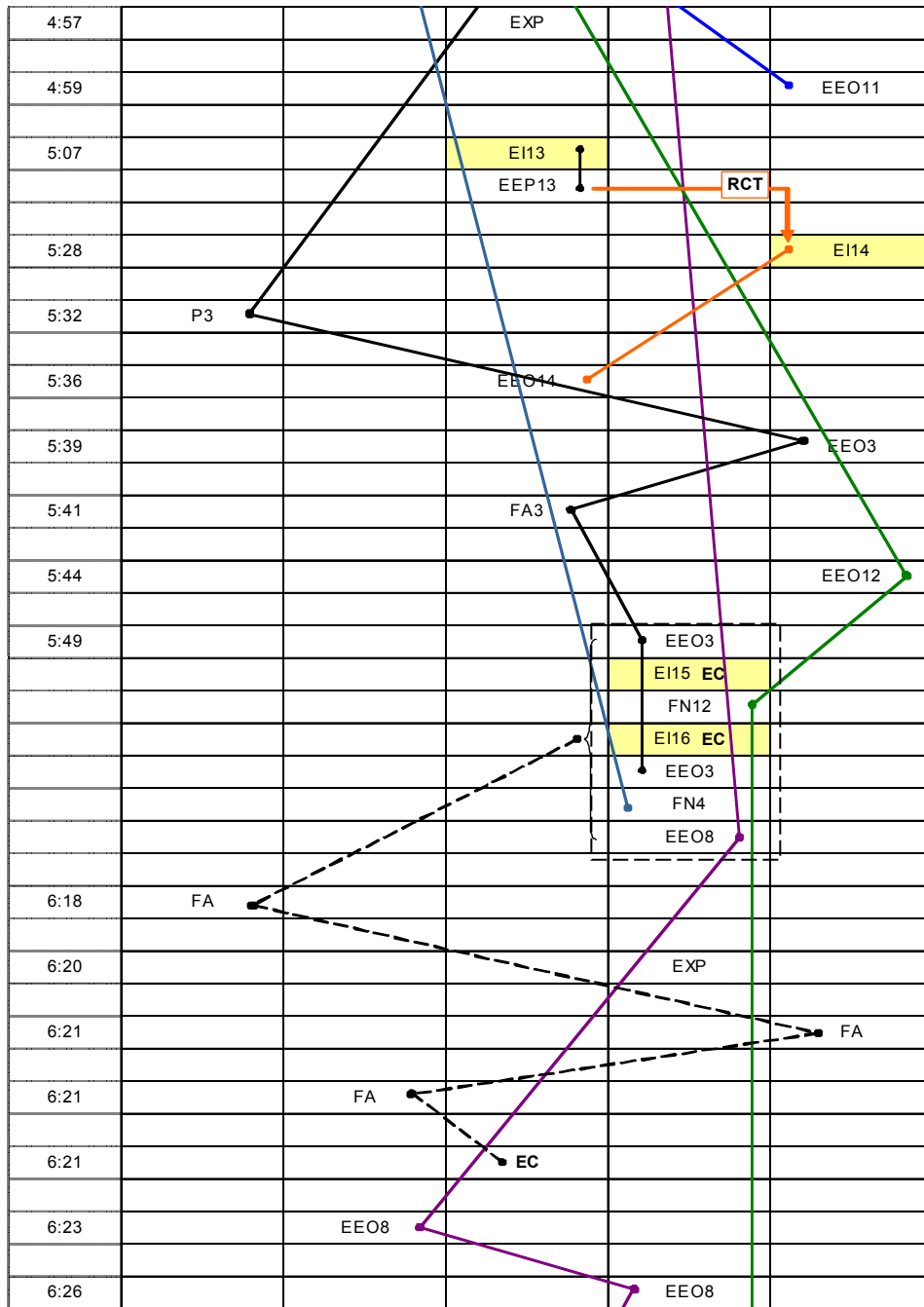
Concepto: Conocimientos de electricidad – Hoja 1/4



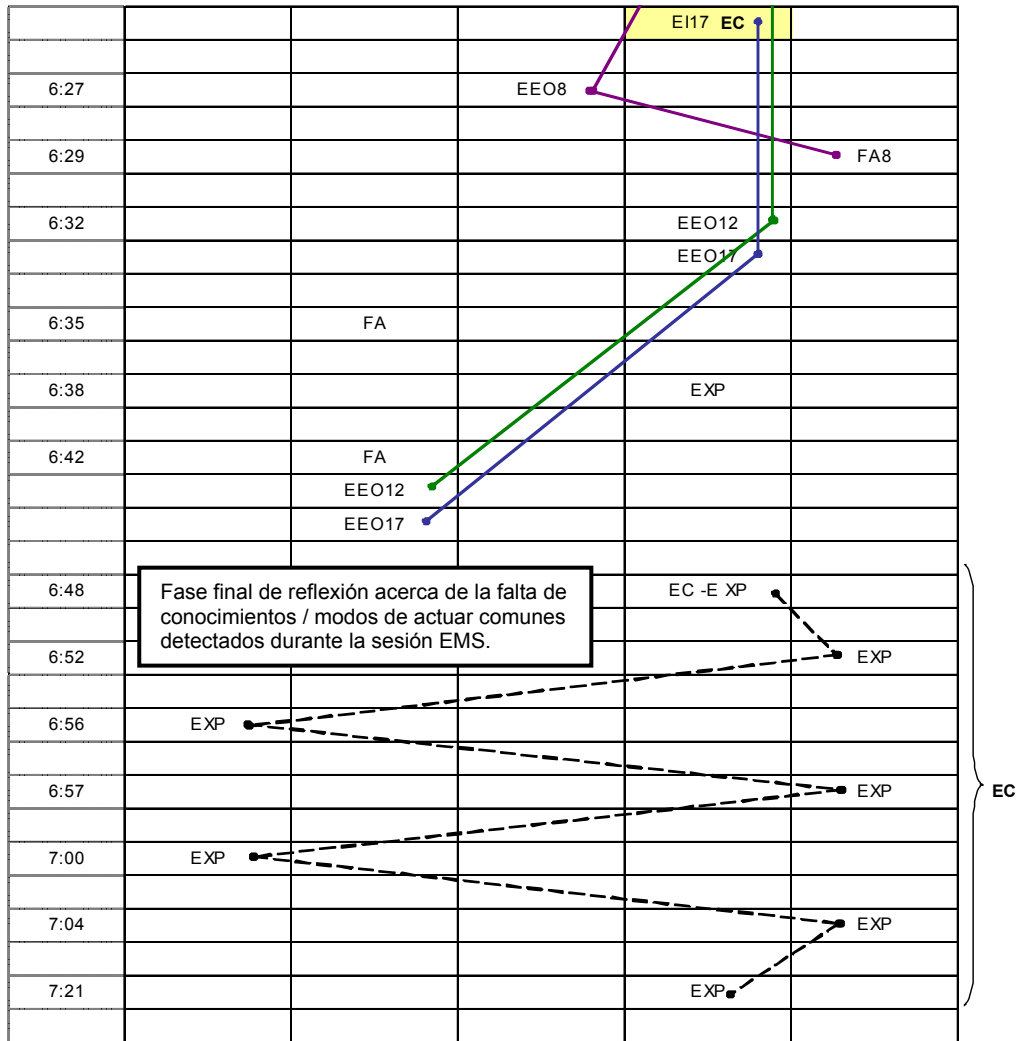
Concepto: Conocimientos de electricidad – Hoja 2/4



Concepto: Conocimientos de electricidad – Hoja 3/4

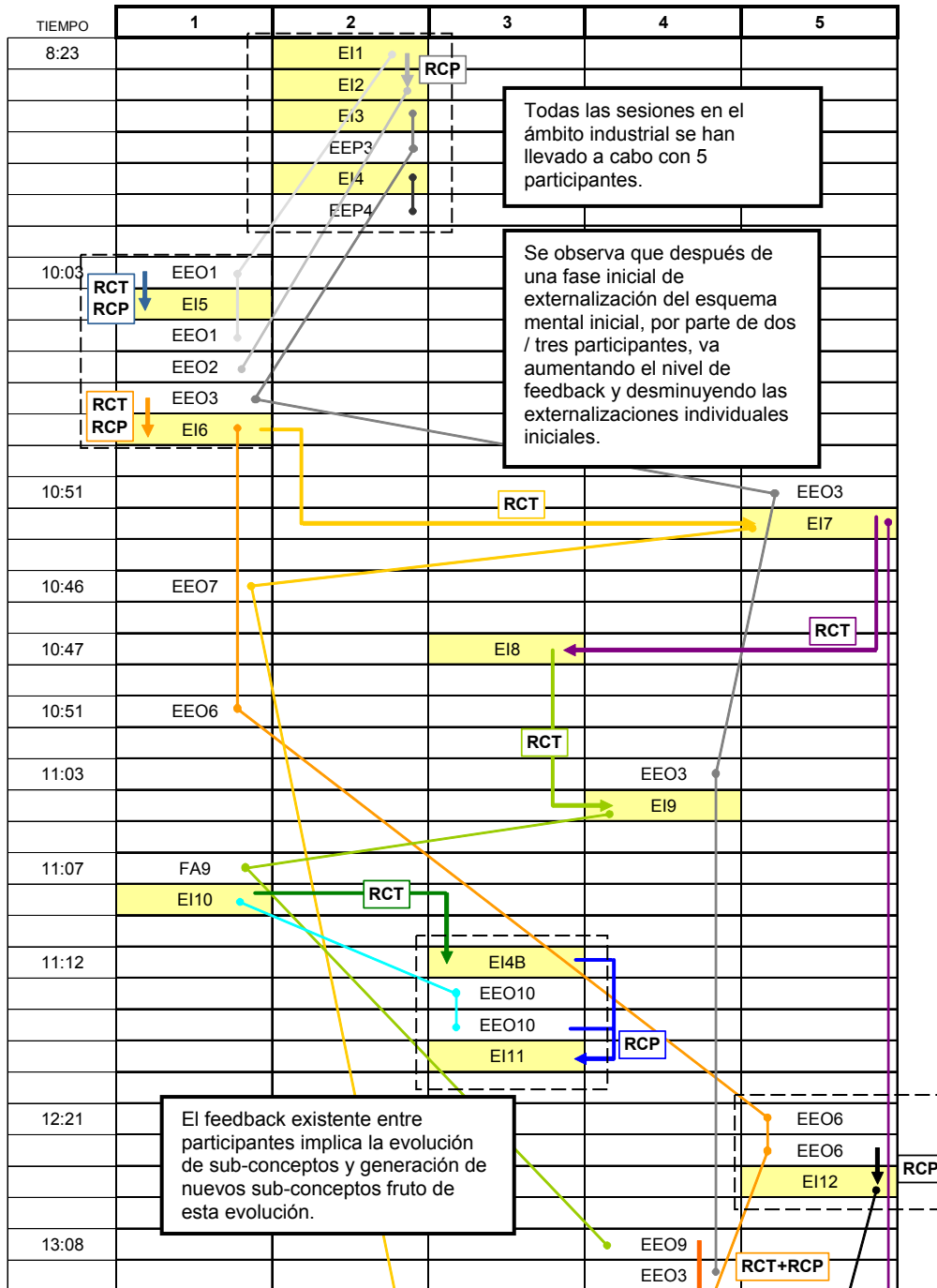


Concepto: Conocimientos de electricidad – Hoja 4/4



Tiempo al inicio de la sesión: 0:00

Concepto: Conocimientos de producto – Hoja 1/3

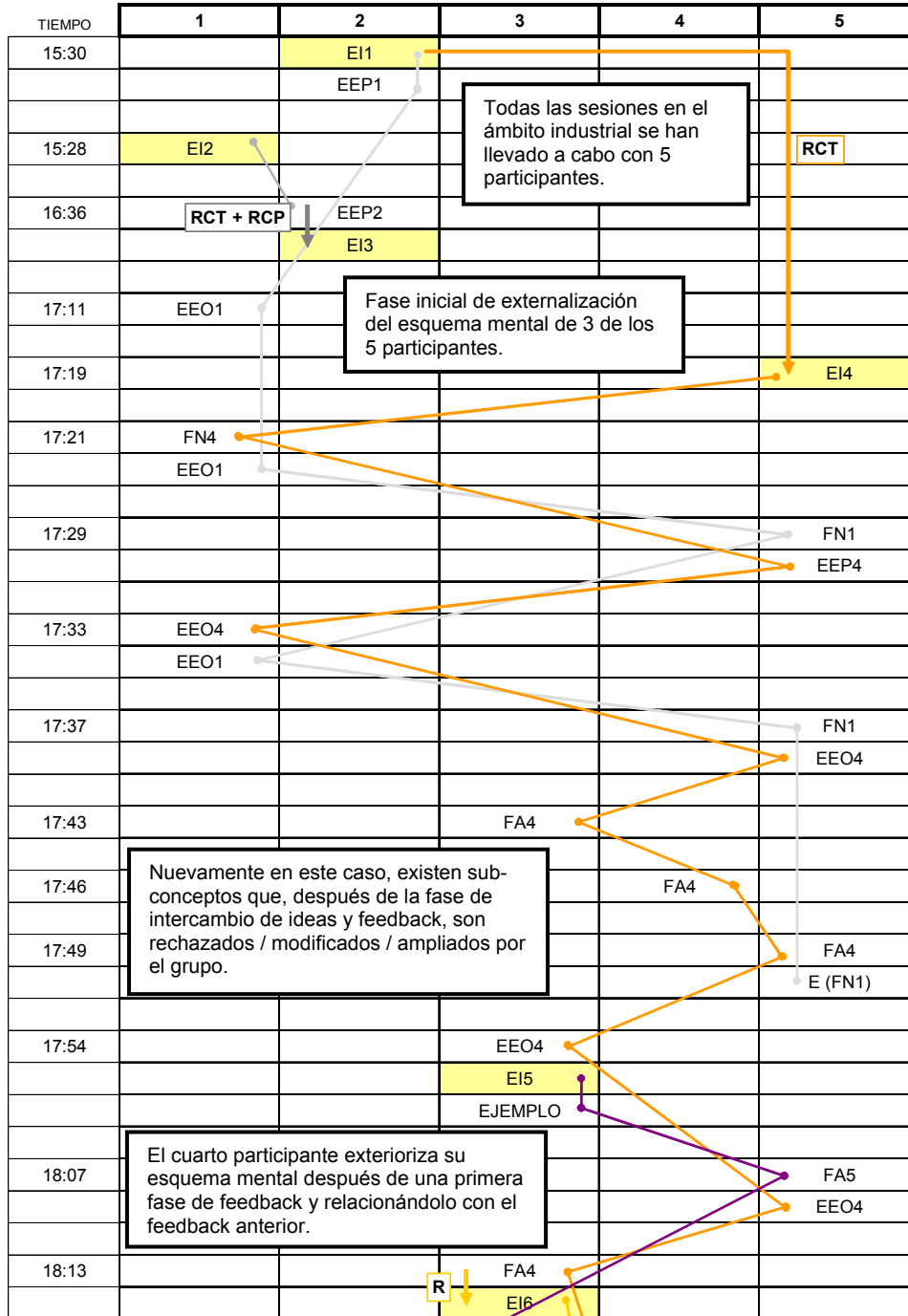


Concepto: Conocimientos de producto – Hoja 3/3

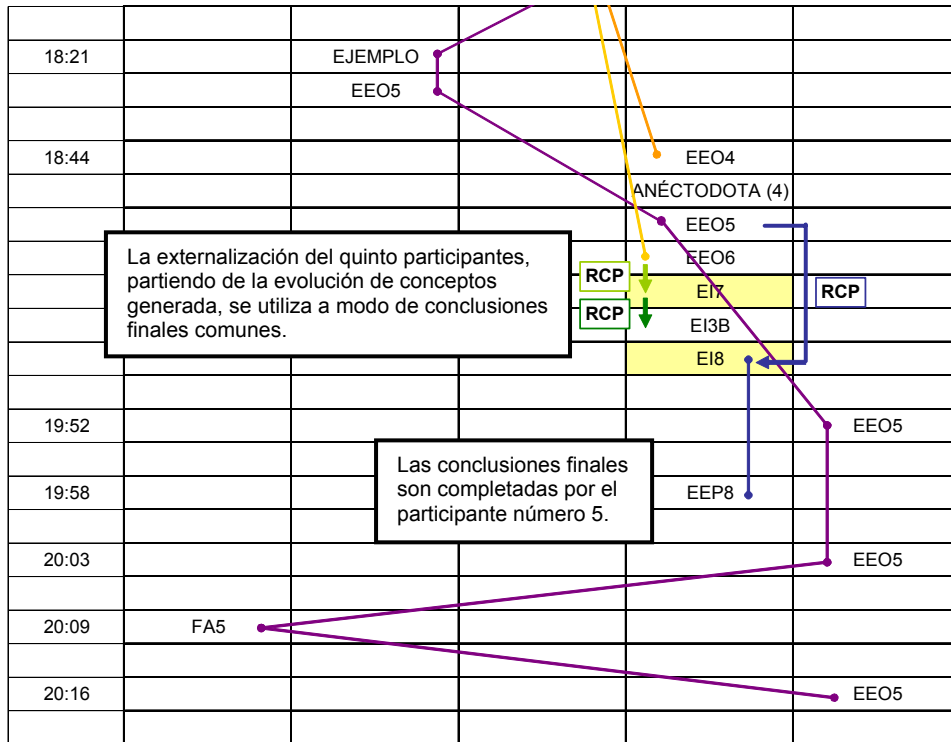
14:53					EEO18
14:57	FD18				
15:01					EXP
15:06	EXP				
15:05					EXP

Tiempo al inicio de la sesión: 8:20

Concepto: Conocimientos de técnicas de unión – Hoja 1/2

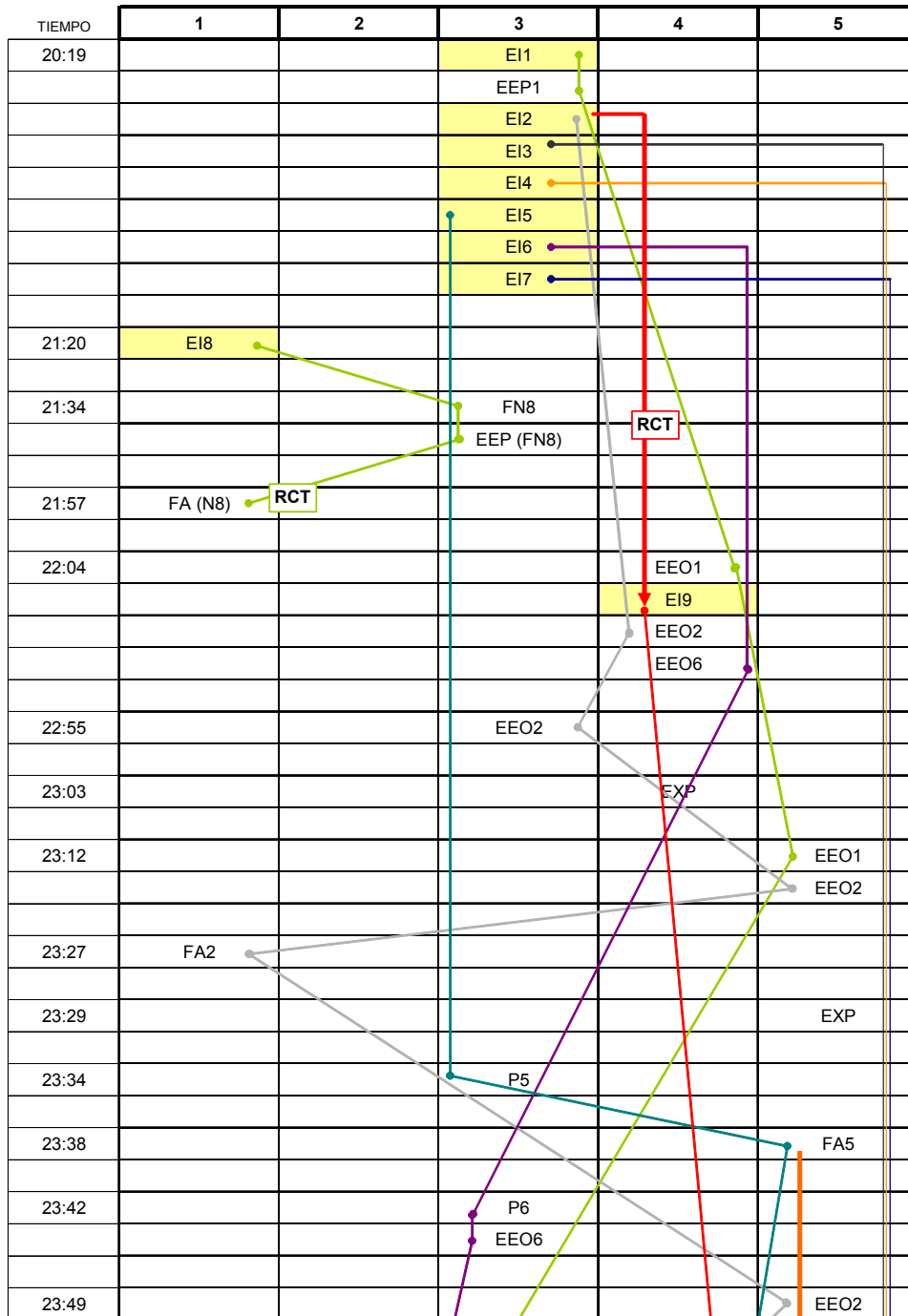


Concepto: Conocimientos de técnicas de unión – Hoja 2/2

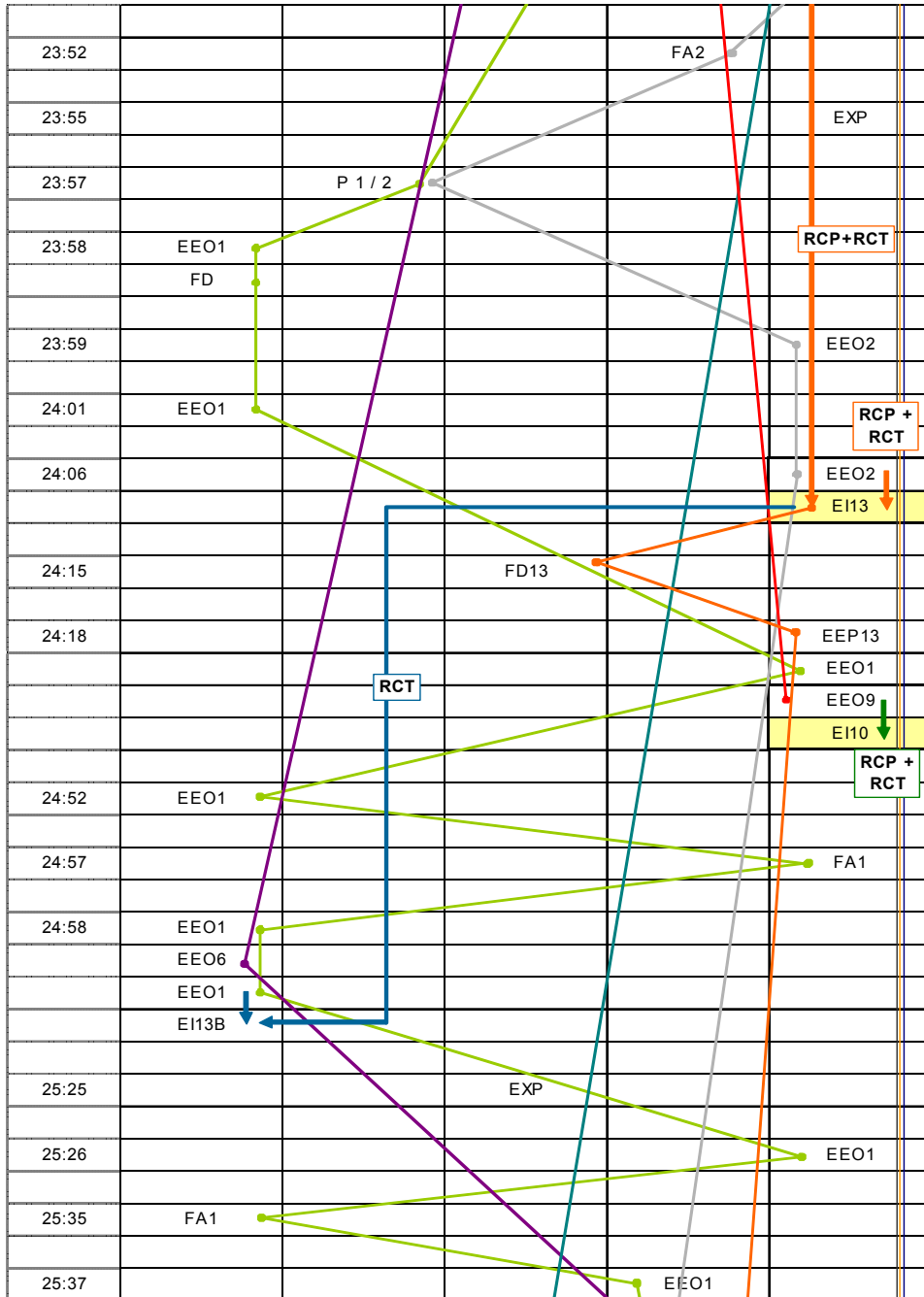


Tiempo al inicio de la sesión: 15:30

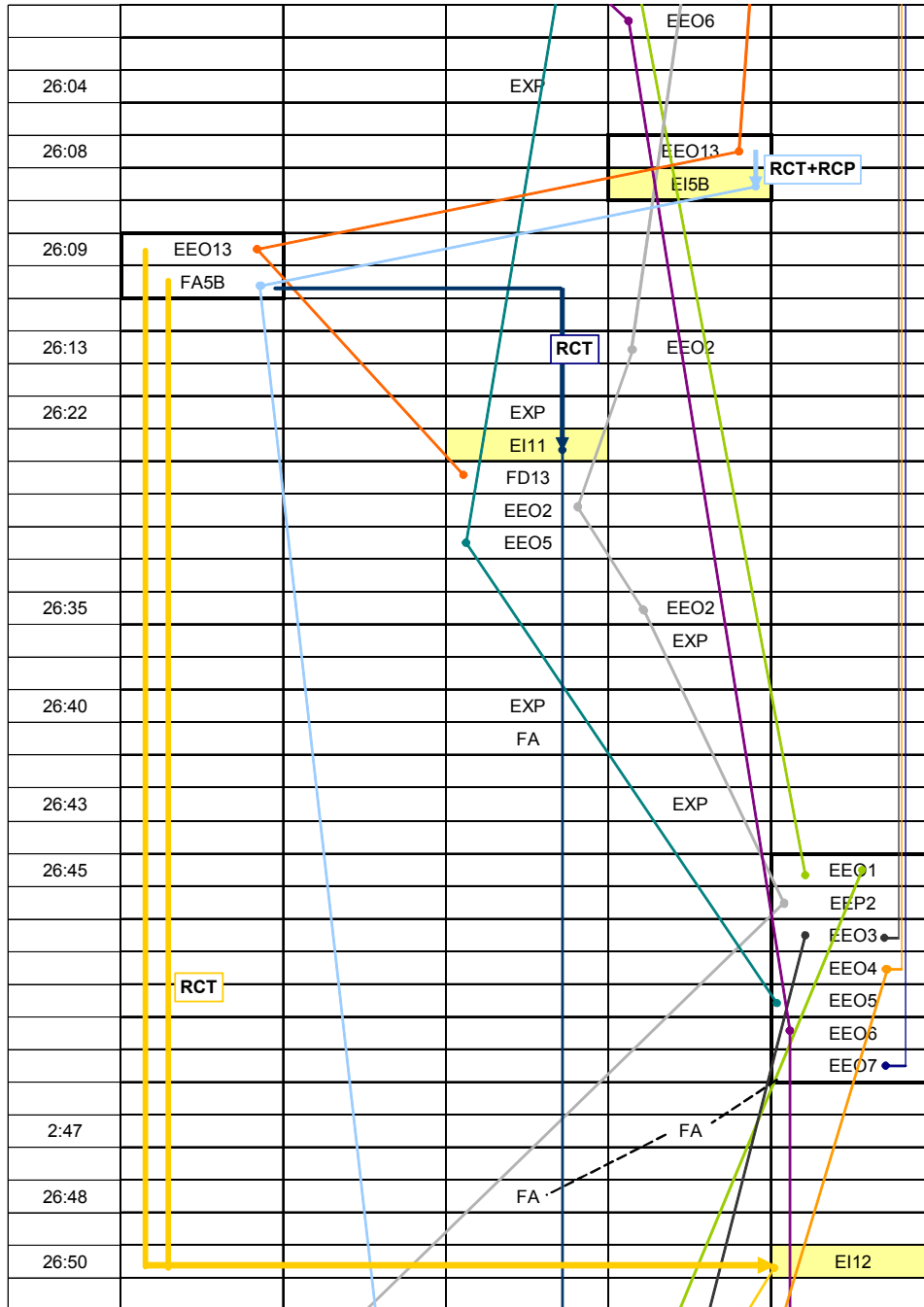
Concepto: Puesta a punto de una instalación / primeras preseries – Hoja 1/5



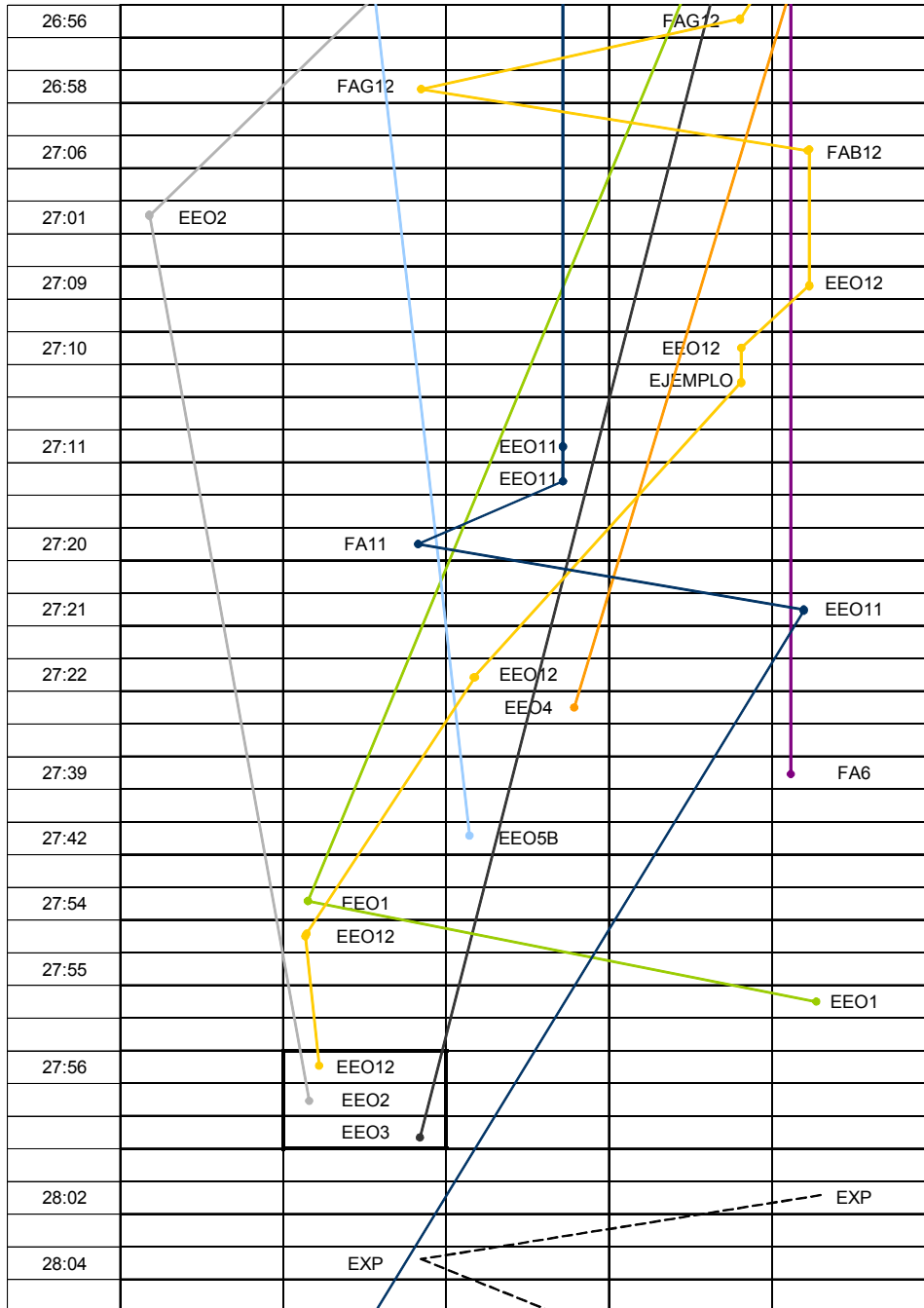
Concepto: Puesta a punto de una instalación / primeras preseries – Hoja 2/5



Concepto: Puesta a punto de una instalación / primeras preseries – Hoja 3/5



Concepto: Puesta a punto de una instalación / primeras preseries – Hoja 4/5

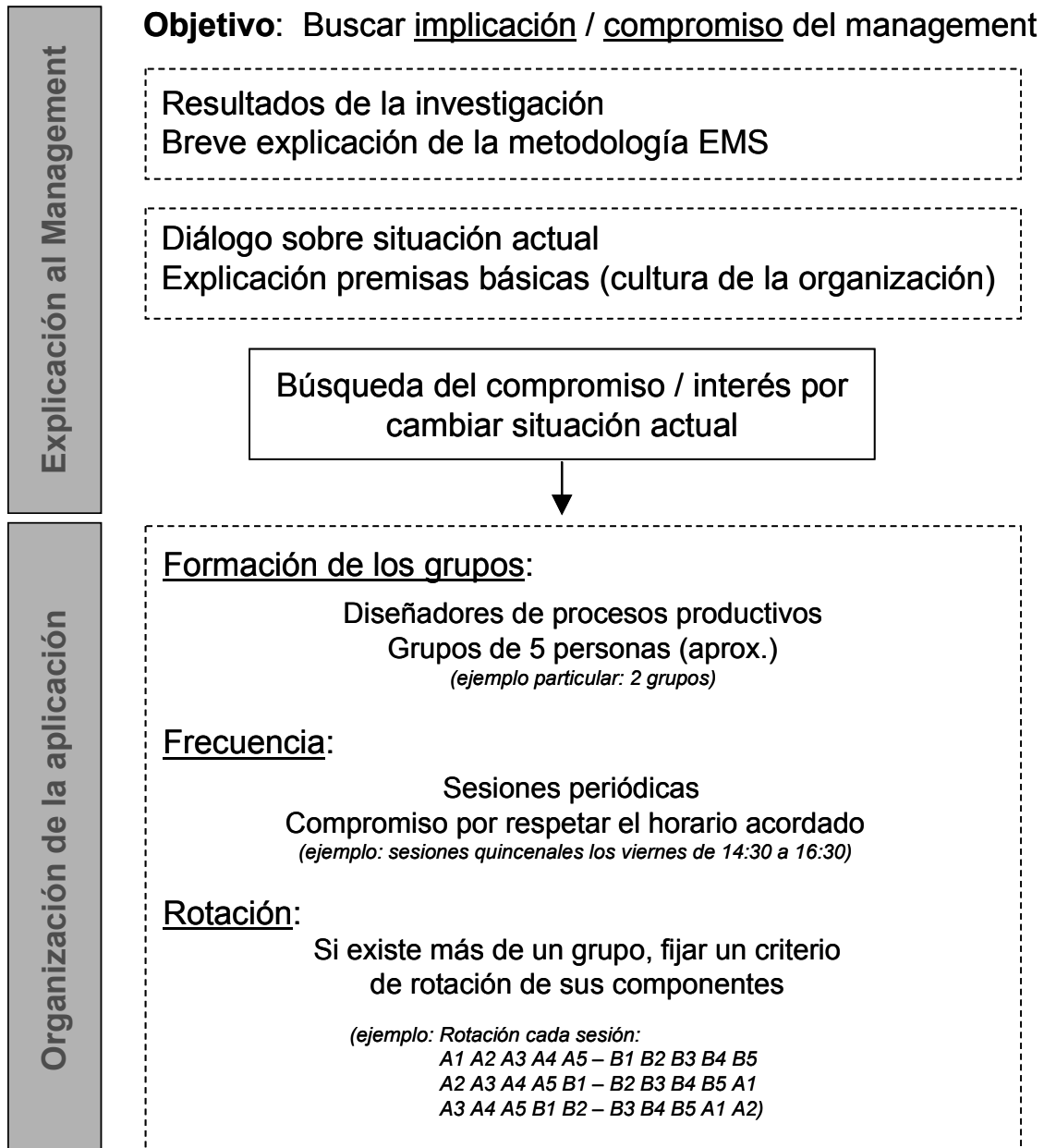


Concepto: Puesta a punto de una instalación / primeras preseries – Hoja 5/5

28:09			EXP		
28:42					FA
28:25			EXP		
28:33	EEO11				
28:39				FA11	
28:42	EEO11				

Tiempo al inicio de la sesión: 20:15

Anexo F: – Plan de aplicación generalizada de la metodología EMS en la organización analizada del ámbito industrial.



Objetivo: Buscar aceptación / interés / motivación por parte del personal de área

Realización de **presentación** explicando:

- Valor de los conocimientos individuales (basados en experiencia personal de cada uno)
- Dificultad del factor tiempo / prioridades marcadas por management:
 - Existencia de herramientas de gestión del conocimiento que normalmente no se suelen consultar / actualizar por falta de tiempo
 - **Propuesta** de realizar, como prueba piloto, sesiones de intercambio de esquema mentales (**EMS**).

- Pautas
- Realización de **sesiones relajadas** que permitan **profundizar / discutir** sobre conceptos del trabajo propio del **día a día**.
 - Busca un **beneficio para los participantes** (diseñadores)
 - Por lo tanto, **no se debe reportarse** al management
 - **Compromiso** por parte del management de **respetar las sesiones** y sus horarios.

PRUEBA

Aplicación durante 3 semanas



Al finalizar este periodo: se solicitará opinión personal para decidir la generalización o no de las sesiones.

Realización de la presentación por parte de management del área + persona externa experta en aplicación EMS.

Preparación de sala EMS

Preparación de sala de reuniones EMS:

- Calendario de sesiones / plan de rotación
- Póster con premisas básicas aplicación EMS
- Tarjetas recordatorio de aplicación EMS

Próximos pasos



Publicaciones

Publicaciones

Carnicero L., Lloveras J. (2005), Factores importantes en la resolución de problemas y creación de producto. Actas del VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos y III IPMA – ICEC International Expert Seminar, Universidad del País Vasco y AEIPRO (Asociación Española de Ingeniería de Proyectos). Bilbao, 6-8 Octubre de 2004. Ed. Publicaciones Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao, DIP-12, Resumen p. 54, CD-ROM, 8pp.

ISBN: 84-95809-22-2

Ponencias disponibles en red (consulta 5 de marzo de 2005):

www.aepro.com/aeirpor_congresos.html>VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos > Web Congreso > Comunicaciones > Consulta de Ponencias

Carnicero L., Lloveras J. (2005), La gestión del conocimiento en una gran empresa del sector de la automoción. Actas del IX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Universidad del Málaga y AEIPRO (Asociación Española de Ingeniería de Proyectos). Málaga, 22-24 Junio de 2005. Ed. Dpto. de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos, Resumen p. 274, CD-ROM, 16 pp.

ISBN: 84-89791-08-2

Ponencias disponibles en red (consulta 28 de agosto de 2005):

www.aepro.com/aeirpor_congresos.html>IX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos > Web Congreso > Comunicaciones > Consulta de Ponencias

Carnicero L., Lloveras J. (2006), Aplicación práctica y validación de la metodología de intercambio de esquemas mentales EMS. Actas del X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Universidad del Valencia y AEIPRO (Asociación Española de Ingeniería de Proyectos). Valencia, 13-15 de Septiembre de 2006. Ed. Editorial de la UPV, Resumen p. 755-6, Actas pp. 3133-44

ISBN (Libro Resúmenes): 84-9705-995-6

ISBN (CD): 84-9705-987-5

ISBN (Obra completa): 84-9705-988-3

Carnicero L., Lloveras J. (2007), Análisis de la metodología EMS (Exchange of Mental Schemes) desde el punto de vista de la práctica reflexiva. VII Reunión Nacional de Currículo. Actas del I Congreso Internacional de Calidad e Innovación en Educación

Superior, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela , 9-13 de Abril de 2007. CD-ROM, ponencia: 241.pdf, 16 pp.

Carnicero, L., Lloveras, J. (2007). Analysis of the knowledge transmission process in the production process design department of a company. 16th International Conference on Engineering Design, ICED'07. Design for Society. 28 - 30 August, Cité des Sciences et de l'Industrie, La Villette, Paris, France. Abstracts: Ed. Ecole Centrale Paris, pp. 521-2. Full paper: CD-ROM: Information Systems and Knowledge Management, P-31.

Carnicero, L., Lloveras, J. (2007). Practical application of the knowledge transfer EMS (Exchange of Mental Schemes) methodology to industrial environment. 16th International Conference on Engineering Design, ICED'07. Design for Society. 28 - 30 August, Cité des Sciences et de l'Industrie, La Villette, Paris, France. Abstracts: Ed. Ecole Centrale Paris, pp. 523-4. Full paper: CD-ROM: Information Systems and Knowledge Management, P-32.

Glosario

ACT - *Adaptive Control of Thought* – Control Adaptativo del Comportamiento

ALE – Asignatura de Libre Elección

CAD – *Computer Aided Design* – Diseño asistido por ordenador

EMS – *Exchange of Mental Schemes* – Intercambio de Esquema Mentales (IEM)

EMSF – *Externalisation of Mental Schemes Form* – Formato de Externalización de Esquemas mentales

IEM – Intercambio de Esquemas Mentales (en inglés EMS)

IT – *Information Technology* – Tecnología de la información.

KBE – *Knowledge-Based Engineering* – Ingeniería basada en el conocimiento

KM – *Knowledge Management* – Gestión del conocimiento

KMS – *Knowledge Management Systems* – Sistemas de gestión del conocimiento

OL – *Organizational Learning*

RP – *Reflective Practice* – Práctica Reflexiva

SC – Sub-concepto (cada una de las partes independientes en las que se puede dividir un concepto)

SC_a – Sub-concepto adicional

SC_{av} – Número medio de Sub-conceptos expresados por una persona

SC_b – Sub-concepto básico

SC_e – Sub-concepto erróneo

SC_{ef} – Sub-conceptos “fáciles de olvidar”

SC_r – Sub-concepto rechazados

SC_T – Numero Total de Sub-conceptos expresados

VPSC_b – Valor ponderado de sub-conceptos básicos (por el nivel de coincidencia

Agradecimientos

A Joaquim Lloveras, por la ayuda, los consejos y correcciones a lo largo de estos seis años de doctorado y por permitirme y ayudarme compaginar la realización de la tesis con la vida laboral y personal.

A los alumnos de *Innovación y Patentes* del curso 2004-2005 (Víctor Barrera Catañé, Guillermo J. Torrens, Xavier Ortiz Verdura, Alonso Gutiérrez García, Miguel Ángel Montserrat Lapuente, Elena Led Trias, Benedikt Kiwit, Carlos Montes Chacón, Marc García Mayneris i Pau Francia Payàs), por colaborar en la aplicación de la primera etapa de la metodología EMS y ayudar a observar tendencias y mejoras.

A los alumnos de la signatura de *Projectos* del curso 2005-2006 (Núria Bardanca Masachs, John Fernández Valdez, Ignacio Ormazábal Noguera, Lluís Pons Gómez, Xavier Barrau Hernández, Ricardo Adell Torres, Francesc Penalba García, Núria Pocurull Salcedo, Javier Sánchez, Albert Falguera Portís, Jordi Valls López, Anne Gillantm Jordi Corrales Rovira, Òscar Abellaneda, Miquel Àngel Carabassa Trepàt, Montse Jané Teruel, Alejandro Botioer, Nelson Gutiérrez, Francisco Ramírez, Montse Vicente Belis, Guillem Serrat Bassas, Núria Andreu Montserrat, Daniel Làzaro, David Roura Carrera, Noelia Lorenzo Martínez, Carlos Martínez Cátedra, Javier Vázquez Navarro, Francisco Javier Núñez Moreno, Miguel Prada Sarasola, Joan Alfonso Martín Montero, Carla Rigat Pons, Adrien Dufour, Doris Mendicuti, Beatriz de Salas, Oscar Rivademar Rodríguez, Francisco Serra Estarellas, Sandra García, Gullermo Martín Segura, Oscar Marcos, Guillem Gubert, Adam Mora Pages, Iñigo de Pascual Basterra, Juan Viscarro Torralba, Marc Minguell Font, Rocía Vergara Fernández, Alejandro Carrillo, Jordi Cabello Dalmau, Pau Català Calderón, David Forné, Martín Ríos Azuara, Carles Barris Romero, Davida Noguerol Arias, Vicente Masia, y a todos el resto de alumnos que han preferido que su nombre no saliera publicado), por su colaboración en la aplicación de la metdología EMS para poderla validar estadísticamente.

A Joan Martí Tudela, Ismael Perera Esquer, Pere Rodón, Juan José del Jesús y Alícia Molina, por su ayuda y colaboración en la aplicación de la metodología EMS en el ámbito industrial.

A Josep de Haro, por ayudarme a centrar el trabajo realizado dentro del inmenso campo de la sensorialidad y abrir nuevos caminos para futuros trabajos.

A Elisabet Tubau, profesora del Departament de Psicologia Bàsica de la Universitat de Barcelona, por sus explicaciones acerca del aprendizaje y formación de conceptos desde el punto de vista del ámbito de la Psicología y a Mercè Buxadé por facilitarme este contacto.

A las personas anónimas que con sus preguntas en las distintas exposiciones parciales de esta tesis, hicieron completar algunas de las reflexiones que aparecen

A Ferran March, Juan Carlos Colomer y Dr. Oliver Blume por sus ánimos y ayuda, y permitirme compaginar la vida profesional con la realización del doctorado.

A Alicia Molina quien, cubriendo mi baja maternal, me ha permitido avanzar en esta tesis. Gracias también por tus ánimos.

A Mònica Brotons, por sus correcciones del inglés de los artículos realizados durante estos años.

A Luciana, Mònica, Mirta y Jorge por su apoyo.

A mi hermana Marta, por sus traducciones del inglés y ayudarme siempre a superarme.

A mis padres, José Luís y Lydia, por su apoyo constante y por haberme enseñado a esforzarme por lo que vale la pena.

A mi hijo, Sergi, por alegrarme la vida y darme aliciente para terminar este trabajo.

A mi marido, Gustavo, por su apoyo, sus ánimos, su ayuda constante, su alegría y por hacerme feliz.

