

APLICACIÓN DE LOS CONOMIENTOS TÉCNICOS ADQUIRIDOS SOBRE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ANALÓGICOS EN ZONA EN VIAS DESARROLLO.

**Blanco Archilla, Yolanda¹,
Molinero Mingorance, Natalia²,
Ramos Delgado, Paula²,
Moral Cabrero, Eva³**

1: Electrónica y Comunicaciones
Escuela Politécnica
Universidad Europea de Madrid
myolanda.blanco@uem.es

2: Estudiantes de Ingeniería Telecomunicación
Escuela Politécnica
Universidad Europea de Madrid
20809379@uem.es, 20900089@uem.es

3: Oficina de Responsabilidad Social
Universidad Europea de Madrid

- **Resumen.** *En este artículo se describe una actividad académica relacionada con el área de Responsabilidad Social que ha sido realizada por estudiantes de telecomunicación. Los estudiantes realizaron en grupos un mini-proyecto de análisis y propuesta de sistemas de telecomunicación analógicos en zona subdesarrollada con necesidades básicas de comunicación (telefonía o radio). Con la realización de este trabajo con metodología ABP los alumnos no sólo afianzan conocimientos al aplicarlos en entornos realistas sino que además se conciencian en las implicaciones que tendrían este tipo de proyectos en su contribución al Desarrollo Humano. Adicionalmente, el documento generado en los grupos de trabajo presentan un formato de proyecto semi-profesional en un entorno internacional.*
- **Palabras clave:** Responsabilidad Social, Desarrollo Humano, Metodología ABP, Aplicación de las TIC.

1. INTRODUCCIÓN

Son muchas las materias de naturaleza técnica donde el alumno aprende a realizar de forma más o menos interiorizada ciertos cálculos con el objeto de caracterizar el sistema correspondiente, sin encontrar muchas veces el sentido real del mismo o la aplicabilidad que podría tener en el mundo real este aprendizaje, así pues nace de manera lógica y muy simple la idea original de la experiencia que se describe en el presente trabajo: diseñar y realizar una actividad versada en la aplicación de lo aprendido a un problema o proyecto real, con el doble objetivo de motivar al alumno al ver la utilidad y por otro lado de afianzar los conocimientos buscando un aprendizaje más profundo.

Los alumnos realizaban en cursos anteriores una serie de ejercicios convencionales en la materia Teoría de la Comunicación en Ingeniería de Telecomunicaciones, que pretendían finalmente el cálculo de una serie de parámetros que caracterizan un sistema tradicional de comunicación analógico (calidad, número de usuarios y cobertura para diferentes modulaciones analógicas ¹). A partir de ahí se planteó la posibilidad de hacer dicho estudio en una zona subdesarrollada, realizando una comparativa entre las modulaciones estudiadas y proponiendo un modelo DAFO de unas frente a otras. Tecnológicamente además, tiene mucho sentido realizar la aplicación precisamente en zonas subdesarrolladas donde no exista ningún sistema de comunicación ni la infraestructura necesaria para montar las complejas redes de comunicaciones digitales (que imperan en nuestro mundo occidental en el que las comunicaciones analógicas tienden a desaparecer).

El primer paso fue contactar con la Oficina de Responsabilidad Social de la UEM [1] con el objeto de conseguir datos de una zona de África en cuanto a número de habitantes y área, con objeto de tener el escenario donde los alumnos realizarían sus trabajos. La ORS contacto con la ONG Mundo Cooperante [2] que proporcionó unos ficheros con esos datos de una región rural de Kenia con numerosas aldeas con carencias en servicios de telecomunicación básicos (telefonía, radio).

A partir de entonces se diseñó una actividad de aprendizaje recogida en una ficha que contiene una serie de apartados: competencias específicas y genéricas, guión, material, metodología, duración, evaluación, etc, dicha ficha se mostrará en el siguiente apartado con objeto de describir en que consistió dicha actividad en detalle.

El tercer apartado expondrá las implicaciones con la Responsabilidad Social de dicha actividad. En el apartado de resultados se expone la experiencia en primera persona de dos alumnas de Ingeniería de Telecomunicación (plan en extinción) que participaron en la actividad y se expondrán también algunos aspectos diferenciadores en la implantación de la actividad en la asignatura Comunicaciones Analógicas y Digitales del nuevo Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación. Las conclusiones y unas líneas futuras para mejorar la actividad concluyen el artículo.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD FORMATIVA

2.1. Ficha Descriptiva

La figura siguiente es auto-explicativa y muestra los detalles de la actividad desarrollada primeramente en el grupo de ingeniería en el primer semestre y después (debido el alto nivel de satisfacción y los buenos resultados de aprendizaje en este curso) se implantó también en el segundo semestre pero adaptada al grupo del nuevo Grado en Sistemas de Telecomunicación. La ficha mostrada es para uso y organización del profesor, no obstante, se adaptó para proporcionársela al alumno como información fundamental en el campus virtual.

¹ AM (Modulación en Amplitud), FM (Modulación en Frecuencia) -conocidas ambas por la radiodifusión comercial - y BLU (Modulación en Banda Lateral Única) utilizada tradicionalmente en telefonía analógica.

VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria
Retos y oportunidades del desarrollo de los nuevos títulos en educación superior

Descripción de la actividad	
Denominación de la actividad:	Proyecto de diseño y análisis de sistema de comunicación analógico más adecuado en zona subdesarrollada.
Cursos-asignaturas-materias-etc. en las que es adecuado / importante / aplicable	<p>Cursos donde se ha desarrollado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teoría de la Comunicación (Ingeniería de Telecomunicación). • Comunicaciones Analógicas y Digitales. Grado Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación. <p>Cursos donde se puede aplicar adaptando el material: <i>Aplicable en cualquier materia donde se plantee una necesidad de implantación de algún tipo de sistema en una zona o colectivo con circunstancias especiales.</i></p>
Objetivos (Competencia Específica)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y análisis de sistemas de modulación analógicos en entornos reales. • Cálculo de coberturas, número de usuarios y calidad partiendo de unos requisitos previamente localizados o buscados. • Proponer el sistema más adecuado en función de las necesidades o prioridades. Saber exponer situaciones de compromiso” en caso de inexistencia de prioridades.
Descripción	<p><u>Sesión Presencial (2 horas):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase expositiva: Planteamiento de la necesidad a partir de datos de zona y población proporcionados por una ONG. • Trabajo en Equipo: Reconocimiento del problema (<i>los alumnos deben concluir que el número de habitantes y la extensión que hay que cubrir son excesivos para los sistemas que manejamos.</i>) <p><u>Sesión no presencial (4 horas):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de información. Reflexionar sobre los datos que necesita para abordar el análisis: listarlos y después localizarlos (<i>cada grupo debe conseguir una recopilación de datos técnicos, valores de los parámetros críticos, especificaciones de diferentes equipos transmisores, distribución del espectro en electromagnético del país, etc.</i>) • Análisis de los diferentes métodos de comunicación <ul style="list-style-type: none"> ○ Replanteamiento de las especificaciones y requisitos. ○ Realización de cálculos (<i>obtención de cobertura, número de usuarios, calidad</i>). • Interpretación de los resultados obtenidos y propuesta de soluciones alternativas y comparativa entre las mismas (<i>análisis tipo DAFO</i>). • Elaboración de documento escrito que recoja el planteamiento, análisis y propuesta de soluciones.
Competencias Desarrolladas y Evaluadas	Realización de Proyectos. Comunicación Escrita. Trabajo en Equipo.
Otras competencias desarrolladas	Resolución de Problemas. Comunicación Oral y Escrita. Capacidad de Análisis y Síntesis. Valores éticos. Búsqueda de Información.
Estimación temporal	
Tiempo de trabajo del profesorado	<p>Preparación previa (primera vez, sólo una vez): <i>Preparación del material:</i> contactar con ONG, generar parte de la información a proporcionar, diseño detallado de la actividad : Entre 4 o 5 horas. <i>Evaluación</i> de entregables, seguimiento del trabajo, revisión de rúbricas y poner calificaciones: Entre 30 y 45 minutos por grupo.</p> <p>Todas las veces: <i>Actualizar material</i> en el campus virtual: 15 minutos. <i>Evaluación</i> de entregables, seguimiento del trabajo, revisión de rúbricas y poner calificaciones: Entre 30 y 45 minutos por grupo.</p>
Tiempo de trabajo para el estudiante dentro de clase	Dos horas presenciales.
Tiempo de trabajo para el estudiante fuera de clase	Alrededor de cuatro horas (entre trabajo individual y reunión grupal).
Material necesario	
Documentación para el estudiante	<ul style="list-style-type: none"> • Apuntes de Teoría. • Libro de texto recomendado en la bibliografía de la asignatura. • Datos proporcionados por la ONG y lista con algunas especificaciones técnicas proporcionadas por el profesor. • Enunciados de los ejercicios relacionados con esta temática. • Material de clase con soluciones finales de los ejercicios. • Rúbricas de evaluación de la competencia genérica y específica.
Documentación para el profesorado	<ul style="list-style-type: none"> • Plantillas para evaluación de la actividad (rúbricas).

	<ul style="list-style-type: none"> Listas de control. Registro de calificaciones en tareas en el campus virtual.
Otros requisitos para la realización de la actividad (materiales / tecnológicos / tipo de aula / num alumnos etc)	Ordenador en cada grupo con conexión a internet para búsqueda de información y utilización del <i>campus virtual</i> .
Evaluación	
Procedimiento de evaluación	<p><u>Evaluación de Competencias Específicas.</u> Mediante la valoración de la corrección del documento entregado a nivel de contenidos técnicos, cálculos correctos e interpretaciones adecuadas.80% de la calificación final.</p> <p><u>Evaluación de las Competencias Genéricas.</u> En función de rúbrica por parte del profesor. Dicha rúbrica es devuelta al alumno para su conocimiento y futura mejora en la evolución de su aprendizaje.20% de la calificación final.</p>
Instrumentos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Rúbrica de evaluación de las competencias genéricas. Ejemplo de documento modelo.

Tabla 1: Ficha descriptiva de la actividad: Desarrollo de proyecto de comunicaciones analógicas en zona subdesarrollada.

2.2. Evaluación de Competencias Específicas y Genéricas

Tal y como se recoge en la “ficha de actividad” mostrada en la tabla 1, para evaluar el grado de aprendizaje de competencias específicas mostradas en dicha ficha, el profesor valora la corrección del documento entregado a nivel de contenidos técnicos, cálculos correctos e interpretaciones adecuadas. Por otra parte, para valorar el nivel de adquisición de las tres competencias genéricas (indicadas también en dicha ficha) se utiliza como herramienta una fichero que contiene a su vez cuatro pestañas cada una con una rúbrica (“*Comunicación Escrita*”, “*Trabajo en equipo*” -evaluado por el profesor-, “*Trabajo en Equipo*” -evaluado por el alumno-, “*Realización de Proyectos*”). Cada rúbrica es independiente de las demás y contiene del orden de cuatro indicadores a valorar por el profesor en todos los casos, excepto en el caso del “Trabajo en Equipo” que también es valorada por los compañeros del grupo de trabajo [3,4,5]. A continuación para ilustrar el tipo de contenido de dichas rúbricas y por razones de espacio se muestra sólo una de ellas: la asociada a “*Realización de Proyectos*”).

INDICADORES	1	2	3	4
Corrección del planteamiento del problema o necesidad a solventar	Hay muchas aportaciones inadecuadas o que no cuadran dentro de los contenidos requeridos en este apartado. O bien: tras una lectura detallada y atenta : no se llega a saber cual es el objeto ni la situación de partida a solucionar.	Algún aspecto, o exposición del planteamiento es correcto y se entiende. Pero hay carencias en los contenidos que se han de exponer.	Se comprende casi todo, salvo algún aspecto más complejo que ha quedado confuso o ausente. Los contenidos son adecuados para comprender el alcance del problema a solucionar .	Tras la lectura detallada y atenta, se comprende todo el problema en cuanto a estado de la situación, requisitos, necesidades a cubrir, objetivos del proyecto, etc.
Análisis Práctico o Resultados Experimentales	Los resultados experimentales aportados no son correctos, se echan en falta muchos de ellos.	Sólo se entienden bien algunos contenidos experimentales. Faltan la mayoría de las explicaciones o el análisis de los resultados	En el documento están bien casi todos los resultados experimentales y están bien argumentados. Algunas explicaciones de los resultados son mejorables.	Todos los resultados experimentales son correctos y están bien argumentados o explicados apoyándose en contenidos teóricos expuestos.

Propuesta Final y Conclusiones	No se ve cual es la propuesta final ni la solución al problema.	La propuesta de la solución con su viabilidad es confusa en ciertos aspectos. No quedan del todo claras las alternativas posibles con ventajas e inconvenientes de cada una . No quedan claros las fases de implementación de la propuesta, los equipos y presupuestos.	La propuesta de la solución con su viabilidad queda bastante bien expuesta y clara salvo algunos aspectos menores. Quedan más o menos claras las alternativas posibles o las fases de la implementación salvo algunos detalles confusos.	La propuesta de la solución con su viabilidad queda bien expuesta y clara. Quedan claras las alternativas posibles con ventajas e inconvenientes de cada una . Quedan claras las fases de implementación de la propuesta, los equipos, presupuestos , etc.
---------------------------------------	---	---	--	--

Tabla 2: Rúbrica de Evaluación de las competencias genéricas

3. LA RESPONSABILIDAD SOCIAL IMPLICITA EN LA ACTIVIDAD

La Universidad, como institución educativa, debe tener presente la formación integral de sus estudiantes, en la que sin duda, una respuesta ajustada a las necesidades sociales ha de ser guía para la transmisión de valores como justicia, libertad, respeto, igualdad y solidaridad. Éste resulta ser el objetivo de la Oficina de Responsabilidad Social de la Universidad Europea de Madrid, cuyo fin último es la sensibilización a la comunidad universitaria sobre cuestiones sociales y ambientales.

Bajo este prisma, nace el Programa de Responsabilidad Social en el Aula [1], en el que se encuadra la actividad que aquí se presenta y que figura entre las actuaciones llevadas a cabo en distintas titulaciones, en las que se ha estrechado la distancia entre distintos colectivos vulnerables y el futuro profesional de nuestros grupos de estudiantes. Dichas prácticas permiten, por un lado, acercar la realidad social al alumnado que participa en las mismas y por otro trabajar, a través de éstas, distintas competencias propias de su futuro profesional. Lo verdaderamente enriquecedor de la experiencia descrita en este artículo es el grado en el que el alumnado se involucra al ver “respuestas reales a necesidades reales”, sentir que desde y con su formación universitaria se pueden y se hacen cosas válidas con un impacto importante para potenciales futuros clientes aparentemente invisibles. Como en el caso que nos ocupa, las personas beneficiarias del resultado de la actividad serían, en caso de llevarse los proyectos a su producción real, la ciudadanía de una zona con necesidades básicas en lo que a telecomunicaciones se refiere, en un país del sur: Kenia.

En este sentido y siguiendo la definición de Desarrollo Humano [6] del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- en cuanto a proceso que permite ampliar las oportunidades de las personas- cuyo objetivo es crear entornos en los que puedan realizarse plenamente sus posibilidades desde sus necesidades e intereses, entendiéndose que debe dirigirse hacia la consecución de una vida duradera y sana, digna, con acceso al conocimiento y a recursos, con participación en la comunidad, se plantea la presente actividad.

Como se comentaba, en este caso, la propuesta se limita al planteamiento de los proyectos, no a su desarrollo final en terreno, sin significar esto un menor impacto en lo que a la formación del alumnado se refiere, dado que la actividad requiere de investigación y conocimientos sobre la realidad de la zona y la población que la habita

para elaborar ideas reales y ajustadas a sus características y necesidades particulares. Además, es importante reseñar el papel que en este sentido tiene la participación de la ONG Mundo Cooperante [2] como conocedora de la realidad de la zona y prestadora de la documentación necesaria para la aproximación a las necesidades. Además, gracias a su colaboración, hemos contado con un feedback sobre los proyectos presentados, que han contado con valoraciones positivas en cuanto al grado de detalle, compromiso y adecuación.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Fue sorprendente el nivel de calidad de los trabajos entregados en el primer grupo de ingeniería de telecomunicación, en algunos casos las aportaciones propias superaban a los contenidos mínimos requeridos. Las conversaciones con los alumnos y la observación participante en el desarrollo de su trabajo hacían ver el gran nivel de motivación e implicación en el trabajo, sin duda determinante en la calidad comentada. Las calificaciones obtenidas además con el sistema de rúbricas fueron excelentes en el 50% de los alumnos y muy buenas para el resto de los mismos.

En el apartado 4.1 las dos estudiantes colaboradoras en este artículo nos explican en primera persona el resultado de su aprendizaje mediante la exposición resumida del proyecto que desarrollaron y nos comentan su experiencia.

De todos modos, no todos los resultados han sido tan satisfactorios puesto que el nivel de los trabajos entregados en el segundo de grupo donde se realizó la experiencia no fue tan bueno ya que se ajustaron a “lo pedido” sin realizar aportaciones propias, la motivación y el interés demostrado por este grupo ha sido menor y los resultados aun siendo buenos en el 100%, no han sido excelentes en ningún caso, las causas de la menor motivación podrían achacarse al momento en que se realizó la actividad (al finalizar el semestre cuando el cansancio ya se acusa) y por otro lado influye sin duda que el curso es inferior (en el grado son estudiantes de segundo y en la ingeniería tradicional son estudiantes de tercero).

4.1. El trabajo de los estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación

Con el objetivo de cubrir una carencia en una zona muy desfavorecida de Kenia, como es la incomunicación entre una población distribuida por un vasto territorio y los centros de salud existentes, se ha propuesto el diseño de un sistema de telecomunicación, analizando las características de la zona y empleando las técnicas pertinentes para solventar el problema.

El propósito de este estudio es diseñar una red de comunicación analógica que permita la conexión entre los centros de salud y hospitales de los poblados de Osupuko y Ololulunga, pertenecientes a la provincia del Valle del Rift. De esta forma, y teniendo en cuenta la distribución de la población, se ha decidido dar soporte a un total de 210 y 115 terminales para centros de salud y grupos de familias en Ololulunga y Osupuko, respectivamente. El territorio al que se pretende ofrecer servicio es de 3.395 km².

Haciendo una extensa labor de investigación, entre que destacamos sólo algunas de las fuentes en [7,8,9], se consultó la regulación referente a la atribución de las bandas del espectro empleadas en el país [7]. Se decidió que, en ausencia de negociación previa con las autoridades competentes se emplearían las designadas para la seguridad pública y las redes de emergencia. Finalmente, se obtuvieron otros parámetros de la zona, en especial los que podrían dificultar la transmisión de la información (atenuación).

Dadas las características descritas, se concluye que las técnicas idóneas que podemos emplear son las modulaciones analógicas AM, BLU y FM, para cada una de las cuales se ha requerido un equipo de radio diferente. Así, teniendo en cuenta los parámetros mencionados, se han obtenido los siguientes resultados:

Parámetros	AM	BLU	FM
Radio de cobertura (Km)	3,68	4,74	4,23
Número de usuarios	750	1500	74
Calidad (dB)	7,94	15	43,67
Coste (€)	196	196	210

Tabla3: Resumen de Resultados del Proyecto desarrollado por dos alumnas

Por el hecho de ser este un posible primer sistema de comunicación en ambos poblados, se toma la opción de dar servicio a un número mayor de usuarios, tolerando una menor calidad en la voz recibida en los terminales. Por tanto, se propone este proyecto a una ONG basado en un sistema de modulación BLU para las emisiones de radio, cuyo presupuesto se estima en torno a unos 65.400€

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Sin duda la conclusión es que este tipo de actividades consiguen un nivel alto de implicación y satisfacción de los alumnos y que los resultados del aprendizaje son superiores a los obtenidos con la resolución de ejercicios tradicional.

Por otro lado, desde un punto de vista práctico para el docente, la creación y realización en el aula de actividades en esta línea de desarrollo pero adaptadas obviamente a su ámbito de conocimiento permite cubrir diversos aspectos de su labor como profesor universitario: realizar actividades en inglés en un entorno internacional, fomentar la conexión de lo aprendido con el mundo profesional, desarrollar y evaluar competencias genéricas y participar en actividades en el ámbito de la Responsabilidad Social .

El siguiente párrafo son el comentario en primera persona de las dos alumnas colaboradoras en este artículo cuando se las pidió comentar lo positivo y negativo de su experiencia:

“Este proyecto ha sido una experiencia positiva para nosotras puesto que, además de tener ocasión de poner en práctica los conocimientos desarrollados en clase, hemos adquirido una nueva visión de nuestra carrera, aprendiendo que la tecnología propia de nuestro sector también es una parte fundamental de las labores humanitarias. Al ser este proyecto, en realidad, parte de un proyecto mayor, nos hemos dado cuenta de que debemos seguir evolucionando en nuestra formación y quizá un día, podamos al fin realizarlo por completo. La experiencia de trabajar en grupo y sentir dinamismo de la clase entera al desarrollar este proyecto ha sido una gran satisfacción para nosotras.”

Decir que en estos momentos, el Programa de Responsabilidad Social en el Aula, está pendiente de la valoración de los distintos agentes implicados en el desarrollo del

mismo (estudiantes, docentes y profesionales del tercer sector) para la realización de los ajustes oportunos que nos permitan garantizar el contacto de nuestra comunidad universitaria y en concreto nuestros estudiantes, a realidades que para nada les son ajenas.

REFERENCIAS

[1] https://portal.uem.es/portal/page/portal/RESPONSABILIDAD_SOCIAL

[2] <http://www.mundocooperante.org/>

[3] Poblete Ruiz, M., & Villa Sánchez, A. (2007). *Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Bilbao: Ediciones Mensajero, S.A.U.

[4]García García, M. J., Fernández Sanz, L., Terrón López, M. J., Blanco Archilla, Y. (2008). *Métodos de evaluación para las competencias genéricas más demandadas en el mercado laboral*. (AENUI, Ed.) Actas de las XIV Jornadas de Enseñanza universitaria de la Informática (JENUI 2008).

[5] María José García; María José Terrón & Yolanda Blanco (2010). *Desarrollo de Recursos Docentes para la Evaluación de Competencias Genéricas*. ReVisión Revista de AENUI (Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática) de investigación en Docencia Universitaria de la Informática. Volomen3, nº2. Diciembre 2010.

[6]http://campusvirtual.uem.es/moodle_cyf/file.php/598/B2_definicion_desarrollo_humano_Dubois.pdf

[7]<http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Publication.3759.html>
www.cck.go.ke/licensing/downloads/Kenya_TOFA_2008_Edition.pdf
[Consulta: 1-02-2011]

[8]<http://www.ehealth.or.ke/facilities/search.aspx?mst=svc&ownid=1&prvid=7&svcid=6&ftyid=3&disid=123> [Consulta: 2-02-2011]

[9]<http://www.morcom.com/pdf/VTTR100.pdf>; <http://www.gcnradioaficion.com/comunicacion/emisoras/yaesu/ft7800.htm>; http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/soriano_m_jc/capitulo2.pdf [Consulta: 2-02-2011]