

# IMPLANTACIÓN DE LAS TIC EN LA MATERIA QUÍMICA INORGÁNICA

## IMPLEMENTING ICT IN INORGANIC CHEMISTRY CLASSES

Ana Cristina B. Leite  
Colégio Pedro II, Rio de Janeiro  
pleite40@hotmail.com

Marco A. B. Leite  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
mleite@ufrj.br

**RESUMEN:** A lo largo de los años hemos observado el desinterés de los estudiantes en la materia de Química Inorgánica, perteneciente al curso de Ingeniería Química, la poca autonomía para estudiar y como consecuencia, un bajo rendimiento.

Buscando contribuir a la solución de los problemas citados, propusimos la introducción de nuevas competencias utilizando las TIC en el currículo en el área de Ingeniería Química. Elegimos para el trabajo una metodología *b-learning*, con el uso de un entorno virtual de aprendizaje que fomente la participación colaborativa y el autoaprendizaje. Este trabajo presenta los resultados obtenidos con la experiencia mencionada.

**PALABRAS CLAVE:** tecnología de la información y comunicación (TIC), trabajo colaborativo, entorno virtual de aprendizaje, Ingeniería Química.

**ABSTRACT:** Throughout the years, we have noticed among students a lack of both interest and self-motivation to study the subject of Inorganic Chemistry in the Chemical Engineering program, which, consequently, has resulted in student's poor performance.

In an effort to find a solution to this problem, we proposed the implementation of Information and Communication Technology (ICT) skills into the curriculum. We chose a b-learning methodology, which utilizes an online virtual learning environment that encourages both collaborative participation and independent study. The following will discuss the results obtained from the aforementioned experiment.

**KEY WORDS:** Information and Communication Technology- ICT, collaborative work, virtual learning environment, Chemical Engineering.

Fecha de recepción: julio 2011 • Aceptado: agosto 2012

## INTRODUCCIÓN

La implantación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el curso de Ingeniería Química se llevó a cabo en la materia Química Inorgánica de la Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que es un centro de educación pública brasileña.

El acceso a la UFRJ es un proceso complejo que se realiza mediante etapas de selección, lo que significa que, en muchos casos, solo los estudiantes con un rendimiento muy alto en la educación secundaria serán capaces de conseguir un lugar en el curso de Ingeniería Química.

Observamos, además, algunos puntos clave: el bajo rendimiento de los estudiantes, el desinterés por las materias, la dificultad para cumplir las tareas y los plazos, la falta de comunicación entre el docente y los alumnos, la falta de autonomía para estudiar y llevar adelante los compromisos fueron los factores que nos llevaron a investigar y a proponer alternativas para la materia que dictamos.

Buscamos aportar una solución a los problemas citados y, para ello, resolvimos innovar en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en el desarrollo del currículo desde la implantación, en el primer semestre de 2010, de las TIC en la materia Química Inorgánica.

### Objetivos

Nuestro objetivo general es incorporar las TIC al currículo de la materia Química Inorgánica haciendo uso de un ambiente virtual de aprendizaje que promueva el trabajo colaborativo, a partir de habilidades seleccionadas del Proyecto Tuning América Latina (Beneitone, 2007).

El Proyecto Tuning América Latina surgió del Proyecto Tuning Europeo en el mes de octubre del año 2002 y perseguía un diálogo para intercambiar información y mejorar la colaboración entre las instituciones de educación superior mediante la promoción del desarrollo de la calidad, eficacia y transparencia.

Confirmando su compromiso con los países que participan en el Proyecto Tuning, Brasil está adoptando el uso de esas competencias en la educación superior (Brasil. INEP, s.f.-a).

Con una metodología propia, el Proyecto Tuning América Latina tiene cuatro grandes líneas: competencias (genéricas y específicas de las áreas temáticas); enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación; créditos académicos; y calidad de los programas (Beneitone, 2007). Observando las competencias que figuran en el Proyecto Tuning-AL realizamos una selección de habilidades que definimos para nuestro proyecto.

#### *Competencias genéricas:*

1. capacidad de abstracción, análisis y síntesis;
2. capacidad para organizar y planificar el tiempo;
3. capacidad de comunicación oral y escrita;
4. habilidades en el uso de las TIC;
5. capacidad crítica y autocrítica;
6. capacidad para actuar en nuevas situaciones;
7. capacidad de trabajo en equipo;
8. habilidades interpersonales;
9. capacidad de motivar y guiar para alcanzar metas comunes;
10. capacidad para tomar decisiones;
11. habilidad para trabajar de forma autónoma.

*Competencias específicas:*

- a) capacidad para comprender y aplicar los conocimientos de la Química a la solución de problemas cualitativos y cuantitativos;
- b) habilidad en el uso de las técnicas modernas de informática y comunicación aplicadas a la Química;
- c) habilidad para la presentación de información científica ante diferentes audiencias, tanto en forma oral como escrita;
- d) capacidad de actuar con curiosidad, iniciativa y emprendimiento.

A continuación (tabla 1) se especifican los objetivos que deben alcanzarse durante el curso de Química Inorgánica y las competencias correspondientes.

Tabla 1.  
Objetivos específicos en el currículo de la materia Química Inorgánica

|    | <i>Objetivo específico</i>   | <i>Competencia</i>  |
|----|--|---|
| 1. | Despertar el interés del alumno de manera que se fomente el estudio de los contenidos curriculares de simetría, estructuras y propiedades atómicas, enlace químico, química ácido-base, teoría del campo cristalino, teoría de los compuestos moleculares aplicados a los compuestos de coordinación, compuestos organometálicos de metales de transición y catálisis. | <i>Competencias genéricas:</i> 1, 2, 3, 4, 5 y 6.<br><i>Competencias específicas:</i> a, b, c y d.                  |
| 2. | Promover un aumento de la comunicación entre alumnos y profesor y entre los estudiantes a partir de la utilización de un ambiente virtual de aprendizaje.  | <i>Competencias genéricas:</i> 3, 4, 7, 8 y 9.<br><i>Competencias específicas:</i> c y d.                           |
| 3. | Propiciar el desarrollo del trabajo colaborativo a partir de un ambiente virtual de aprendizaje.   | <i>Competencias genéricas:</i> 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 10.<br><i>Competencias específicas:</i> b, c y d.              |
| 4. | Estimular la autonomía en la búsqueda de la información, en la presentación de los trabajos y en la solución de problemas.   | <i>Competencias genéricas:</i> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.<br><i>Competencias específicas:</i> a, b, c y d. |
| 5. | Aumentar el rendimiento académico de los estudiantes en la disciplina Química Inorgánica.  | <i>Competencias genéricas:</i> 1, 3, 5, 6, 10 y 11.<br><i>Competencias específicas:</i> a, b, c y d.                |

### Definición del modelo de enseñanza

El modelo de enseñanza utilizado en el curso de Química Inorgánica era el modelo tradicional, con presentaciones orales y con el uso de la tecnología en presentaciones multimedia, también de manera expositiva. Además de la clase presencial, se utilizaba un entorno virtual para enviar *e-mails* con comunicados, notas y otros servicios típicos de una secretaría administrativa.

Era un modelo de enseñanza tradicional que utilizaba las herramientas tecnológicas con el fin de fortalecer la autoridad del conocimiento del maestro frente a los estudiantes. «La enseñanza tradicional o la informatización de la educación tradicional se basa en la transmisión de conocimientos. En este caso, tanto el profesor como el ordenador son propietarios del conocimiento y esto supone que el estudiante es un contenedor que debe ser llenado» (Valente, 1997: 19, traducción propia).

A pesar del uso de nuevas tecnologías en la enseñanza de la materia, como Internet, correo electrónico, ambiente virtual, presentación y proyección multimedia, aún mantiene la idea de transmisión de conocimientos por parte del profesor.

Para Salinas (2002), el rol del profesor en la educación desde la perspectiva constructivista, sobre la base de las competencias TIC, debe ser el de orientador en el desarrollo de experiencias colaborativas, guía de los alumnos en el uso de las bases de información y conocimiento, debe potenciar que los alumnos se vuelvan activos en el proceso de aprendizaje autodirigido, asesorar y gestionar el ambiente de aprendizaje en el que los alumnos están utilizando estos recursos.

Con la intención de cambiar la relación entre el profesor y los estudiantes, teniendo por finalidad el trabajo en colaboración, propusimos un paradigma diferente. El docente no sería el único responsable de la relación enseñanza-aprendizaje, sino un guía, mentor e incentivador para sus estudiantes. Según Valente (1997: 19, traducción propia), «el uso inteligente de los ordenadores en la educación es precisamente lo que intenta lograr un cambio en el enfoque educativo actual en vez de colaborar con el maestro para hacer más eficiente el proceso de transmisión de conocimientos».

Además del cambio del rol del profesor, hemos hecho un cambio en el modo de enseñanza, que dejó de ser apenas presencial para estar basado también en la educación a distancia (EAD). Según Moran (2002, ¶ 1 y 2, traducción propia):

La educación a distancia es el proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por la tecnología, donde los profesores y los estudiantes están separados espacialmente y/o temporalmente. Es en la enseñanza/aprendizaje donde los maestros y los estudiantes no suelen estar juntos físicamente, pero pueden estar conectados, unidos entre sí por la tecnología, especialmente el ordenador, tal como Internet. Pero también se puede utilizar correo, radio, televisión, vídeo, CD-ROM, teléfono, fax y tecnologías similares.

Como tecnología de mediación del proceso de EAD elegimos Internet, que usamos en formato *blended-learning*. *B-learning* o *educación mixta* es una modalidad mixta de enseñanza presencial combinada con la educación a distancia; generalmente se realiza a través de Internet y, al igual que el *e-learning*, puede ser estructurado con actividades tanto sincrónicas como asincrónicas, con horarios flexibles para que todos puedan trabajar de acuerdo con su disponibilidad de horarios y con su ritmo de aprendizaje.

La definición de *blended-learning*, de acuerdo con Heinze y Procter (2004: 9, traducción propia), es: «El *blended-learning* es el aprendizaje facilitado a través de la combinación eficiente de diferentes métodos de impartición, modelos de enseñanza y estilos de aprendizaje, y basado en una comunicación transparente de todas las áreas implicadas en el curso».

En nuestro caso, las clases presenciales se realizarían en los horarios previstos y la otra parte del curso se llevaría a cabo utilizando un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) o ambiente digital de aprendizaje. Según Almeida (2003: ¶ 16, traducción propia):

Ambientes digitales de aprendizaje son sistemas informáticos disponibles en Internet, destinados a apoyar las actividades mediadas por tecnologías de la información y la comunicación. Permiten la integración de múltiples medios, lenguajes y recursos, presentar información de manera organizada, desarrollar interacciones entre las personas y los objetos de conocimiento, preparar y socializar producciones con el fin de lograr determinados objetivos. Las actividades se desarrollan sobre el tiempo, el ritmo de trabajo y el espacio en que cada participante se localiza, de acuerdo con una intención explícita y una planificación que constituye el eje de las actividades que se realizarán, en proceso de revisión y reelaboración continua en el curso de la actividad.

Nuestra intención con el uso del AVA fue facilitar las relaciones interpersonales, la integración de los alumnos mediante el intercambio de experiencias para permitir un trabajo colaborativo.

Según Galvis (1992: 52), «un ambiente de aprendizaje puede ser muy rico, pero si el estudiante no desarrolla actividades de explotación de su potencial, nada va a suceder». Un entorno virtual de aprendizaje puede facilitar la interacción entre los participantes del curso, pero para que el trabajo de colaboración sea eficaz, es necesario estimular y desafiar a los estudiantes para que participen con el

fin de contribuir con sus aportaciones a la producción del grupo. Por eso, con la intención de crear un ambiente virtual colaborativo, se utiliza el AVA basado en el concepto de aprendizaje constructivista, en el cual los estudiantes deben ser activos en la construcción de su propio conocimiento (Woolfolk, 2006; Mayer, 2002).

Según Santos (2003), en el ambiente de aprendizaje virtual los estudiantes pueden producir un repositorio virtual organizando las informaciones para investigar y llegar a ser guiados por el profesor en el uso de herramientas para la construcción de su proyecto. La apropiación de las herramientas de colaboración virtual por parte de los estudiantes también puede ayudarlos a producir conocimiento en lugar de reproducirlo, a despertar su curiosidad y creatividad y a trabajar en colaboración con su grupo.

Nuestro modelo de enseñanza priorizó el cambio del paradigma de la enseñanza tradicional, centrado en el profesor con apoyo tecnológico (figura 1), a un paradigma en el que se diese un intercambio de experiencias entre los participantes del curso, el profesor y los estudiantes, construyendo un trabajo colaborativo mediado por el uso de las TIC (figura 2).

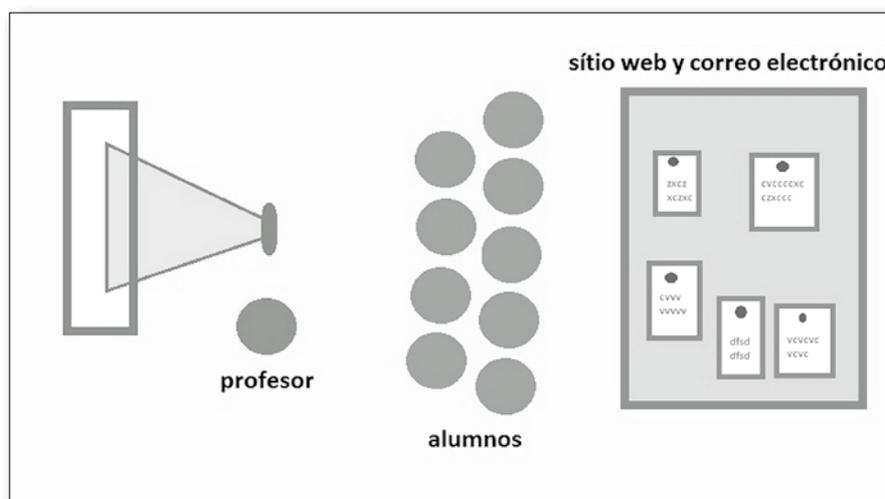


Fig. 1. Enseñanza tradicional con uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

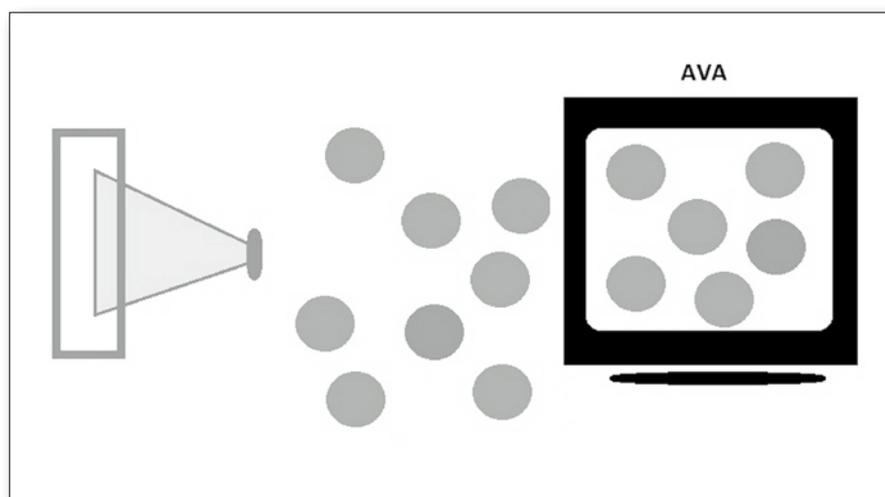


Fig. 2. Enseñanza mixta (*b-learning*) desde una perspectiva constructivista con uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

## METODOLOGÍA

Inicialmente, en una primera etapa se realizó un diagnóstico de la realidad del curso para recopilar datos importantes para la planificación del proyecto.

A partir del portal que la propia Universidad tiene en Internet, podemos observar el estudio del perfil socioeconómico de los estudiantes y la forma como ingresan en el curso de Ingeniería Química. A partir de ello, recogimos datos sobre las condiciones de acceso, la situación socioeconómica de los estudiantes, su desarrollo cognitivo y los prerrequisitos necesarios para empezar el curso.

También tuvimos acceso a toda la información estadística del curso en los años anteriores; así fue posible determinar el porcentaje del promedio histórico de presencia, las notas y el porcentaje de éxito en la materia en los años anteriores.

Realizamos, además, un inventario de los recursos informáticos disponibles en la Universidad para el uso del profesor y de los alumnos de la materia.

Hemos revisado la planificación, el contenido curricular, las clases de ejercicios que se daban anteriormente, las formas de evaluación utilizadas y la evaluación exigida por la Universidad.

En un segundo paso, detallamos una propuesta de uso de las tecnologías de la información y la comunicación de manera constructivista y de acuerdo con las competencias mencionadas anteriormente.

La propuesta final fue una enseñanza mixta, con clases presenciales expositivas y el aprendizaje a distancia a través de Internet con el uso de un entorno virtual de aprendizaje colaborativo.

Por último, se define el trabajo que es necesario realizar con los estudiantes en un plan de acción que comprende la elección y la construcción del AVA, las divisiones del programa, el tipo de evaluación, la preparación de una encuesta de interés y otra que se aplicará hacia el final del curso para evaluar el trabajo realizado con el uso de las TIC. El presente trabajo duró un semestre, de marzo a julio de 2010.

## DESAROLLO

### Diagnóstico para el desarrollo de propuestas de implementación de las TIC en la materia

El curso de Ingeniería Química de la UFRJ tiene como objetivo formar a profesionales que trabajen en el campo de la Química y de la Ingeniería Química tanto en el mercado de trabajo como posteriormente en las universidades mediante investigaciones (UFRJ, 2010*b*). Los alumnos ingresan en la Universidad mediante una prueba de conocimiento general y conocimientos específicos. A partir del año 2010, la admisión se empezó a llevar a cabo mediante un examen nacional y luego mediante una prueba de la propia institución (UFRJ, 2010*a*).

En el año 2008, cuando se incorporaron los estudiantes que participaron en nuestra investigación, habían ingresado en la Universidad proporcionalmente 13,61 candidatos por puesto.

Según los datos ofrecidos por el sitio web de la institución, los estudiantes, en su mayoría, provienen de escuelas privadas. En la escuela secundaria (no técnica), quieren una formación centrada en el mercado de trabajo, son de clase media, con una buena situación económica en términos de adquisición de los materiales de estudio, no trabajan y tienen y utilizan ordenadores en sus hogares con acceso a Internet (UFRJ, 2010*c*).

En relación con el uso de las TIC, los estudiantes, siendo de un área de la tecnología, la ingeniería, están acostumbrados al uso de las TIC en las materias y presentan las habilidades técnicas esperadas para el nivel de enseñanza.

La materia de Química Inorgánica forma parte de los cursos de Ingeniería Química y Química Industrial, es obligatoria y tiene un valor de 4 créditos (1 crédito equivale a 15 horas de clase); se ofrece a partir del 5.º periodo.

La evaluación está compuesta por pruebas escritas y los estudiantes que alcanzan el 70% de la nota se considerarán aprobados en la materia. Si el estudiante no ha alcanzado el 70%, puede hacer otra prueba al final del curso. El estudiante será aprobado si obtiene una puntuación igual o mayor al 50% entre la media de las pruebas y el examen final.

La sala de Química dispone de un auditorio equipado con una computadora, un proyector multimedia y una pizarra. El laboratorio de informática se puede utilizar en la clase si el profesor así lo exige.

### Definición de trabajo con los estudiantes. Plan de acción

Partiendo de los objetivos del curso, creamos un plan de acción para clases presenciales y para el aprendizaje a distancia. En las clases de conferencia seguimos utilizando las proyecciones multimedia y en la educación a distancia, definimos los foros de discusión y los ejercicios de grupo que publicaríamos durante el curso en el AVA.

El contenido fue dividido en tres partes: simetría y teoría de grupo, moléculas y reacciones de organometálicos, con total de 10 puntos por cada parte. Se definió que la evaluación final de cada *parte* se realizaría en dos etapas. La primera etapa consistiría en tener en cuenta la participación individual en grupos y los resultados de los ejercicios escritos en AVA, con un total de 3 puntos. La segunda etapa sería una prueba escrita presencial, con todos los contenidos estudiados hasta la fecha, por valor de 7 puntos. La media aritmética de las tres *partes* sería la calificación final del curso.

Escribimos un guion de once clases presenciales y de las actividades que realizaríamos para los grupos en el AVA y el método de evaluación de la primera parte del curso.

A continuación, creamos en *Google Groups* el grupo «Química Inorgánica 2010 EQ» como la herramienta del AVA, y allí colocamos los archivos de las tareas para los estudiantes y abrimos los grupos de discusión.

Definimos los contenidos que se trabajarían en los siguientes módulos, pero sin detallar las actividades, porque queríamos evaluar los resultados de la primera parte para continuar con el proyecto de implantación de las TIC. Durante las últimas clases de la primera parte escribimos el plan de acción de las partes segunda y tercera.

Hicimos un cuestionario para observar el interés del alumno y lo aplicamos en la primera clase. El cuestionario serviría para orientar y validar nuestra acción en relación con la introducción de las TIC.

### Aplicación del plan de acción

En la primera clase, explicamos cómo sería la estructura de la materia y aplicamos el cuestionario. En las dos primeras respuestas del cuestionario confirmamos los primeros datos. Todos los estudiantes disponen de un ordenador y el 98% lo utilizan desde la niñez, lo que facilitó la labor de implementación de las TIC. En relación con la utilización de programas, la mayoría de los estudiantes usan diversas herramientas y, por lo tanto, solo fue necesario preparar las clases en el momento de utilizar programas específicos. Respecto a participar en comunidades de aprendizaje y a la utilización de los programas que promueven el trabajo colaborativo, mostraron poca familiaridad. La gran mayoría (95%) no participaban en las comunidades destinadas a intercambiar aprendizaje y no utilizaban herramientas para el trabajo colaborativo.

Así, definimos que las primeras semanas se dedicaran a aprender a usar el AVA y a conocer las herramientas para el posterior trabajo colaborativo.

### *Primera parte de la materia*

En una clase de 56 alumnos establecimos cinco grupos de trabajo en el AVA. Colocamos en el AVA los archivos con el programa de la materia Química Inorgánica, el calendario, la lista de los participantes de los grupos, los *e-mails* y el plan de trabajo. Creamos tres grupos de discusión para cada grupo de estudiantes: *Foto Simetría*, *Ejercicios* y *Ejercicio Teoría de Grupo*, con las tareas que cada uno debía realizar.

En esta *primera parte*, durante todo el tiempo que han usado el entorno virtual de aprendizaje, vieron vídeos, navegaron por Internet, utilizaron programas de edición de imágenes, bajaron y vieron presentaciones, publicaron los trabajos y utilizaron un programa para diseñar moléculas y discutir en colaboración con todo el grupo.

En la clase utilizamos las presentaciones multimedia creadas por nosotros y mostramos el uso de programas (*software*) específicos de química.

Tras finalizar la *primera parte* realizamos la prueba escrita.

### *Segunda parte de la materia*

El plan de acción de la segunda parte se hizo durante el fin de la primera parte, de acuerdo con nuestra planificación inicial.

Escribimos el guion de las nueve clases presenciales, las actividades que realizarían los grupos del AVA, el método de evaluación de la segunda parte del curso y lo publicamos en *Google Groups*.

Dado que tanto la participación en el AVA como en la clase fueron muy buenas, decidimos ampliar el número de grupos de discusión (GD) a cuatro: *Ejercicios Orbitales Moleculares*, *Espectroscopía*, *Complejos* y *Ácido-base*. Una vez más, todos deberían participar en los debates sobre la resolución de ejercicios y colgar en el AVA los archivos con las respuestas de las tareas del GD.

Hemos mantenido las estrategias para trabajar con grupos de discusión y las tareas en el AVA, en el que los estudiantes tuvieron que leer artículos en Internet, debatir con su grupo, resolver ejercicios y publicarlos en el ambiente.

Intercambiamos los participantes de los grupos al azar, lo que provocó quejas por parte de la clase, que quería mantener los grupos originales. Argumentaban que sería más fácil trabajar con personas ya conocidas. Replicamos que la idea de trabajar en colaboración con la utilización de un AVA sería también aprender a trabajar con distintas personas, a menudo de diferentes lugares y culturas.

El trabajo en clase continuó con la utilización de presentaciones teóricas con proyecciones multimedia y se destinaban momentos en los que los estudiantes pudieran abordar sus preocupaciones acerca de los ejercicios propuestos por los grupos. Algunos momentos de las clases se utilizaron para que los grupos pudiesen compartir experiencias presencialmente.

Al finalizar la segunda parte se realizó la prueba escrita.

### *Tercera parte de la materia*

En la tercera parte se mantuvieron las estrategias para trabajar con grupos de discusión, las tareas en el AVA y las clases presenciales con el uso de proyecciones multimedia. Como el tema principal ya había sido abordado, decidimos dar un paso más y propusimos a cada grupo el diseño de un catalizador, con la presentación en un seminario durante los últimos días del curso en presencia de otros profesores del Departamento de Química Inorgánica de la UFRJ.

Con la incorporación de la tarea de presentar los trabajos en un seminario, decidimos cambiar la evaluación, que pasó a tener 6 puntos para la tercera prueba, que se añadirían a los 3 puntos de los ejercicios del AVA y al punto de la presentación, con un total de 10 puntos.

Una vez más, intercambiamos los grupos de forma aleatoria. Reducimos el número de tareas de trabajo y creamos tres grupos de discusión: *Química Computacional*, *Catalizadores* y *Diseño de Catalizadores*.

Escribimos el guion de las diez clases presenciales, de las actividades que se realizarían en el AVA, del método de evaluación de la tercera parte del curso y lo publicamos en el ambiente.

Al final del curso se llevó a cabo una prueba escrita con todos los contenidos abordados.

En el último día de clase, pasamos un cuestionario para que pudiéramos evaluar las opiniones de los estudiantes después de participar en una modalidad de enseñanza mixta.

## EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN

Analizando los datos, teniendo en cuenta la presencia en las clases durante las tres partes del curso, observamos que en la primera parte hubo un total del 91% de presencia y en la segunda parte hubo una caída al 79% de presencia. Esto se debió a que inicialmente teníamos 56 estudiantes; sin embargo, cuatro de ellos abandonaron el curso antes de la prueba 1, lo que provocó un descenso en los datos estadísticos de presencia y de notas. Este hecho dificultó el análisis estadístico, ya que en nuestro análisis seguimos contando con una clase de 56 estudiantes, aunque los que abandonaron no han pasado por el nuevo proceso que propusimos en la enseñanza del curso, con el despliegue de las TIC. En la tercera parte hubo un crecimiento hasta el 82% de presencia y así tuvimos un promedio del 86% durante todo el curso.

La media de presencia en el curso fue más elevada para los cursos anteriores, como vemos en la figura 3.

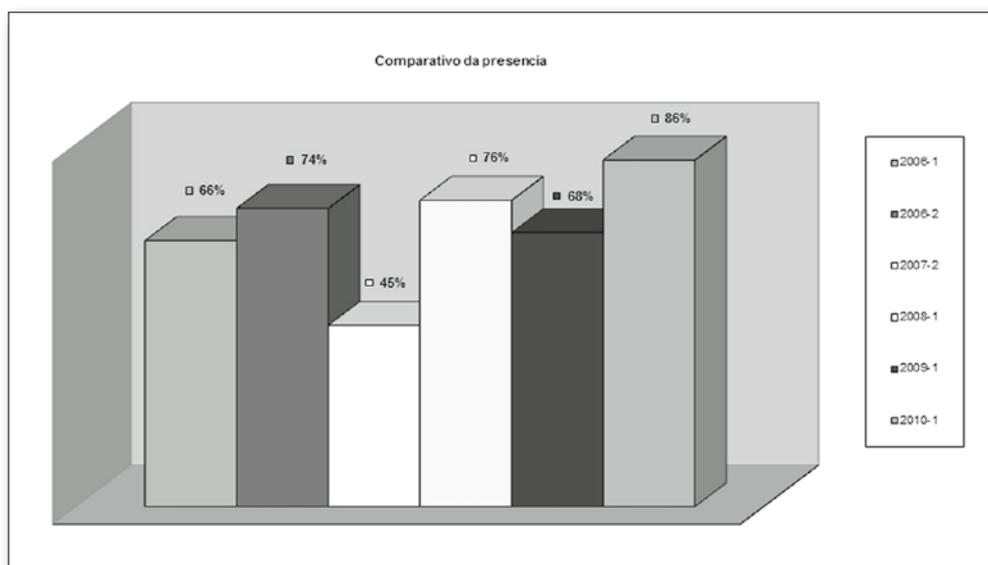


Fig. 3. Gráfico del porcentaje comparativo del nivel medio de presencia en la materia en 2010-1 y en años anteriores.

Los estudiantes también tuvieron una participación creciente en el entorno virtual de aprendizaje en las tres partes de la materia. En la primera parte con un número medio de 23 mensajes en el AVA, en la segunda parte con 24 y hasta 30 mensajes en la tercera parte.

Después del tiempo que se tuvo en cuenta para comprender cómo se trabaja en colaboración en un AVA, los estudiantes comenzaron a participar más en los grupos de discusión y, por lo tanto, a entregar

los trabajos propuestos al inicio de cada parte de la materia. Pasaron del 64% en la primera parte al 93% en la tercera parte. El 7% que no entregaron los trabajos son los que abandonaron el curso antes de la primera prueba.

La media aritmética de los estudiantes con más del 49% de aciertos en *las tres pruebas* fue del 57%. Analizando los resultados porcentuales de las tres pruebas que se indican en la figura 4, observamos que en la primera parte, cuando el contenido del programa fue menor, el 75% de los estudiantes obtuvieron más del 49% de aciertos de la prueba. En la segunda parte se registró un descenso de 37 puntos porcentuales. En la tercera parte, en la prueba que abarcó todo el contenido del programa curricular, se superó más de la mitad de la clase (57%). Así, el resultado de la tercera parte ha superado nuestras expectativas, ya que hemos subido 19 puntos porcentuales, con un 57% de los estudiantes que estaban por encima del 49% de aciertos.

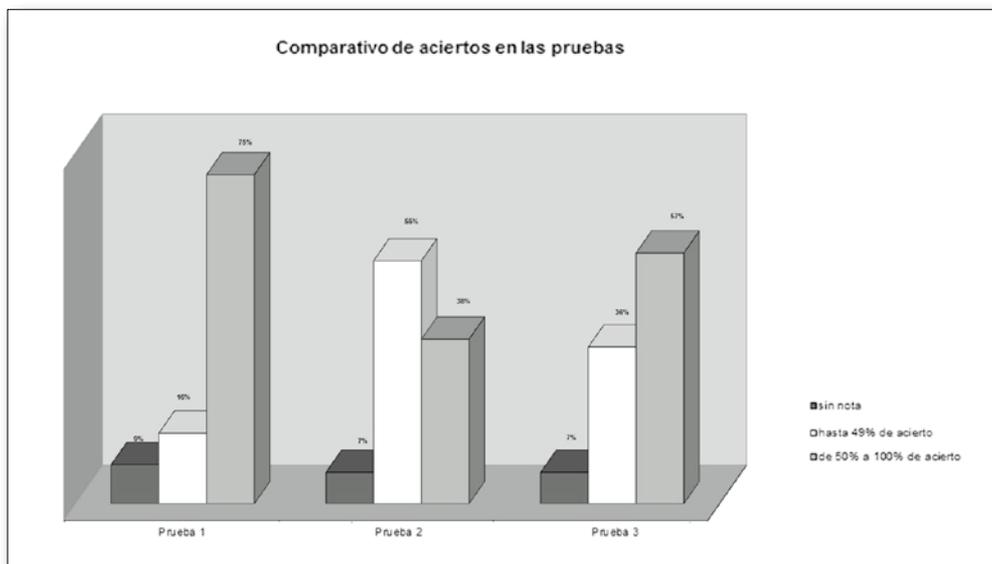


Fig. 4. Gráfico del porcentaje comparativo de aciertos en las tres pruebas de las tres partes de la materia.

La composición final de la primera y segunda parte del curso fue del 30%, logrado a través de la entrega del trabajo, y del 70% por las pruebas, y en la tercera parte, el 30% mediante el trabajo, el 10% con la presentación del seminario y el 60% por la prueba.

Se observó que la participación de los estudiantes, tanto en la clase como en el trabajo colaborativo realizado en el AVA, fue muy grande y los resultados finales de cada etapa fueron muy superiores al promedio necesario para aprobar en el curso, el 50% de aciertos (figura 5).

Al final del curso, cuarenta y siete estudiantes (84%) obtuvieron notas suficientes, o sea, están a la altura de la calificación final del curso igual o superior a 5,0, que llamamos de «aprobado por nota». Cinco estudiantes (9%) no aprobaron y cuatro (7%) abandonaron el curso antes de hacer la prueba 1 y no obtuvieron ninguna nota.

Al comparar el desempeño de los estudiantes en la materia durante la primera mitad de 2010, con la misma materia ofrecida en años anteriores (figura 6), observamos que hubo una disminución del abandono y fracaso escolar de los estudiantes con la introducción del uso de las TIC.

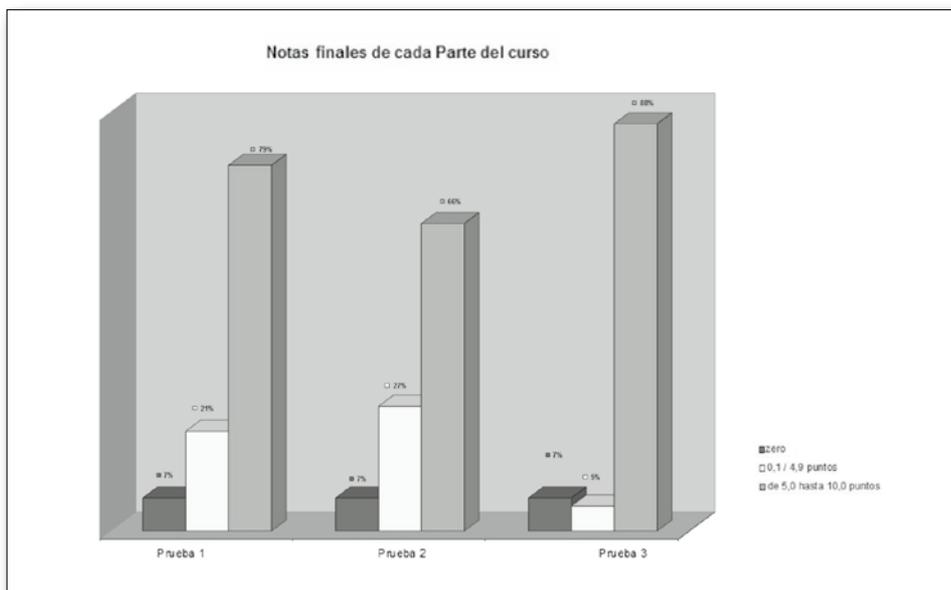


Fig. 5. Gráfico del porcentaje comparativo de las notas finales (prueba + seminario + AVA) en cada parte de la materia.

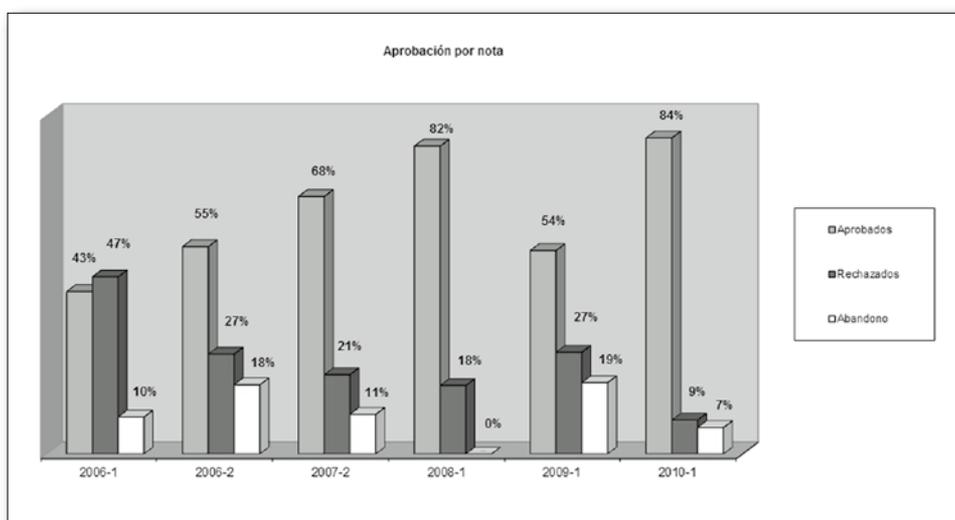


Fig. 6. Gráfico del porcentaje comparativo de aprobados en la materia de 2010-1 con la misma materia en años anteriores.

La tasa de suspensos alcanzó el índice más bajo en cinco años, con un 9% en 2010-1, frente al 21% de fracaso en el curso de la segunda mitad de 2007, que hasta entonces era la más baja.

La tasa de aprobados del 84% fue la más alta en todos estos años, y solo en la primera mitad de 2008 la tasa de aprobados fue casi tan alta, con un 82% de los alumnos aprobados. Este hecho nos llevó a analizar con más detalle esta cuestión.

Elaboramos un nuevo gráfico (figura 7) con el número de estudiantes de la clase y el número de alumnos «aprobados por nota» de cada año (sin los abandonos).

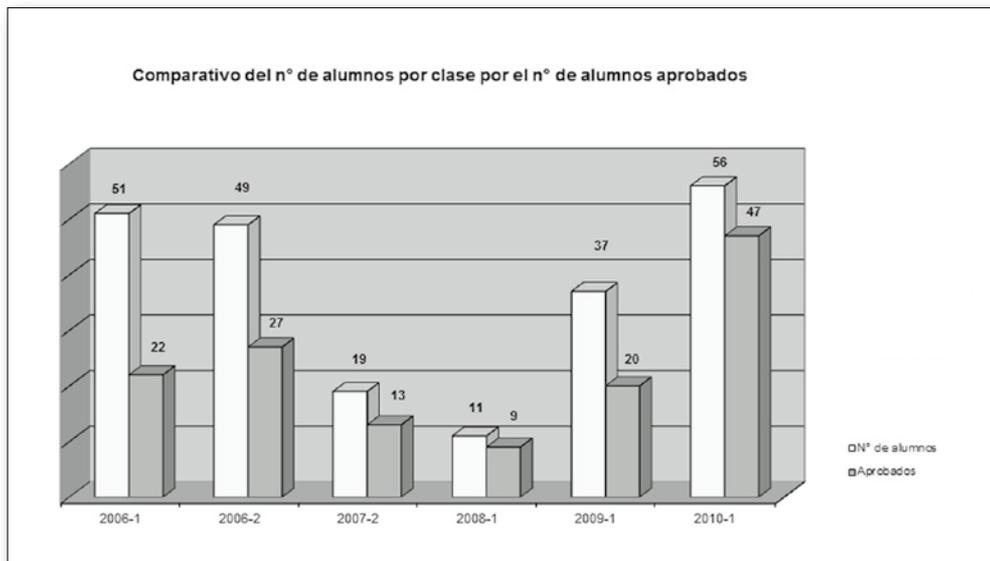


Fig. 7. Gráfico comparativo del número de estudiantes en las clases en cada año y el respectivo número de estudiantes aprobados. En el año 2008 en clase había solo once estudiantes, lo que pudo haber influenciado en los buenos resultados.

Así, otro factor importante en nuestro análisis de rendimiento de los estudiantes fue la relación entre el número de alumnos por clase y el número de estudiantes aprobados.

Hemos creado otro gráfico (figura 8) a partir de clases más grandes, hasta clases más pequeñas, en los años anteriores a 2010, es decir, antes de la introducción del trabajo con las TIC. Colocamos al final los datos del año 2010 para comparar los resultados.

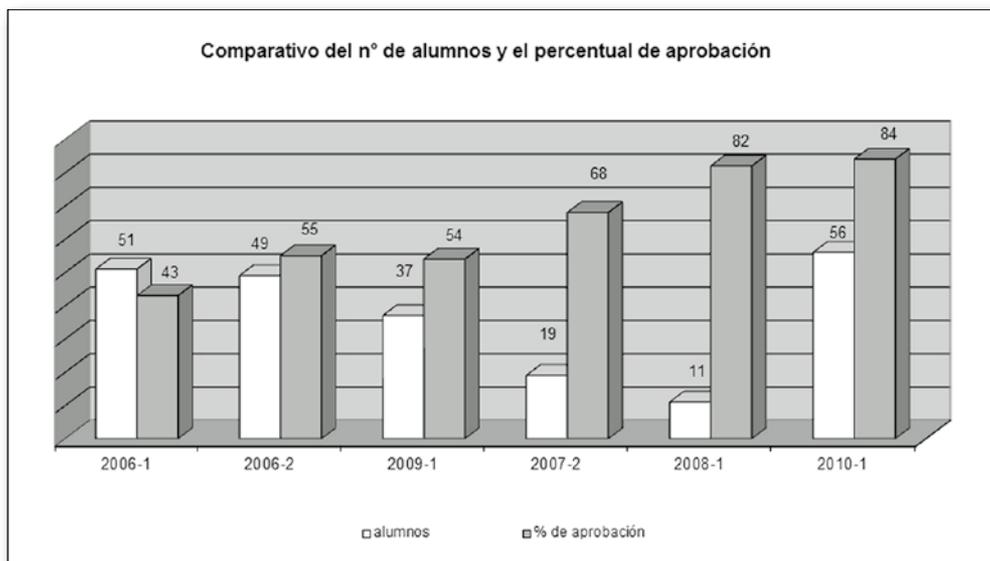


Fig. 8. Gráfico comparativo del número de alumnos por clase y su relación de porcentaje de aprobados a lo largo de cinco años.

Con el análisis del gráfico, hemos demostrado la existencia de una relación entre el número de estudiantes por clase y el número de aprobados a lo largo de cinco años: cuanto mayor es el número de estudiantes por clase, menor es el número de estudiantes aprobados.

Esta relación no solo se produjo en 2010. En nuestro trabajo, tuvimos una clase de 56 estudiantes y tuvimos un 84% de alumnos aprobados, cuando ese índice, de acuerdo con una relación anterior, debería haber sido alrededor del 40%.

En años anteriores, el curso fue presencial, con un enfoque en la enseñanza tradicional con el uso de la tecnología. Solo cuando se introdujo el uso de las TIC a partir del trabajo por competencias, centrándose en un modelo colaborativo de enseñanza a distancia mixta, se produjo un cambio en la proporción del número de alumnos y el número de aprobados.

## CONCLUSIONES

Empezamos el trabajo realizando un estudio de diagnóstico que apuntaba a la realidad del curso y fue decisivo en la definición de la propuesta de implementación de las TIC. Es importante señalar que, para fomentar o incluso implantar las TIC en otra materia siguiendo este ejemplo, debe realizarse un diagnóstico de la situación y una adaptación a esa realidad.

En el comienzo del trabajo las clases tenían un promedio de cincuenta estudiantes que tenían poco interés en el contenido, con poca autonomía, dificultad para cumplir con los compromisos y los plazos, para estudiar, con bajo rendimiento y un alto índice de reprobación.

Nos propusimos desarrollar las TIC en Química Inorgánica con el fin de innovar los procesos educativos y el desarrollo curricular de la materia para despertar el interés de los estudiantes por los contenidos curriculares, promover el estudio y una mayor comunicación entre estudiantes y entre los estudiantes y el profesor, fomentar la autonomía en la búsqueda de información, en la presentación de los trabajos y en la solución de problemas, así como para desarrollar un trabajo colaborativo basado en las competencias que figuran en el Proyecto Tuning América Latina.

Vamos a analizar con más detalle nuestros objetivos específicos, las habilidades y los resultados seleccionados después de la aplicación de las TIC.

Respecto al primer objetivo, consideramos que hubo un fuerte interés de los estudiantes:

- en participar en el ambiente virtual, evidenciado por el número de mensajes correspondientes a los temas;
- en la participación y en la entrega de los trabajos, resaltando que en la tercera parte todos los estudiantes entregaron los trabajos; comprobado por el buen nivel de los trabajos presentados, que se reflejó en las buenas calificaciones;
- en la participación en los debates, en la investigación y en la presentación de la tarea final (Seminarario);
- en la participación en la clase, de acuerdo con la percepción del maestro, ya que los estudiantes empezaron a actuar con mayor interés respecto a los contenidos curriculares, lo que culminó con el buen resultado final de la materia, con el 84% de los estudiantes aprobados.

En relación con el segundo objetivo observamos:

- que la gran mayoría de los estudiantes supieron cómo utilizar el AVA como un canal de comunicación entre los miembros del grupo para facilitar el cumplimiento de las tareas, incluso porque las reuniones presenciales eran casi imposibles de hacer;
- la participación efectiva de todos en la entrega de los trabajos, lo que demuestra una buena comunicación entre los participantes del grupo;

- la creación de un tema de preguntas por los estudiantes para comunicarse con el profesor y entre ellos;
- que hubo un aumento cualitativo de la participación de los estudiantes en la clase; ellos propusieron cuestiones que se planteaban por los grupos de discusión en el AVA. Este hecho, además de ampliar el nivel de discusión sobre los contenidos curriculares, proporcionó discusiones comunes a todos.

De acuerdo con el tercer objetivo, se observó:

- que incluso con el cambio constante de los grupos, que era rechazado por los estudiantes, todos los grupos fueron capaces de producir en colaboración y presentar sus trabajos a tiempo;
- que, en relación con la organización personal del tiempo de trabajo y de estudio, hubo un momento (segunda parte) en el que los estudiantes no podían mantener el nivel del trabajo que estaban realizando, y como consecuencia llevaron a cabo las tareas muy cerca de la fecha límite. También se analizó la existencia de un aumento del trabajo durante algún tiempo. En la tercera parte la situación se corrigió y los estudiantes volvieron a distribuir mejor el tiempo de trabajo y de estudio;
- que, por el examen de los mensajes de los grupos de discusión, los estudiantes supieron cómo trabajar en colaboración y, aun cuando hicieron las divisiones de tareas, todos tenían conocimiento de lo que se estaba haciendo y todos participaron del producto final;
- en algunos estudiantes, la capacidad de motivar y animar al grupo.

En cuanto al cuarto objetivo, se observó:

- que, analizando los trabajos presentados y las discusiones, los estudiantes fueron capaces de buscar información con el fin de resolver las tareas. Supieron bajar los programas sugeridos, hacer búsquedas en Internet, visualizar los vídeos y las presentaciones multimedia. También aprendieron a buscar nueva información, que no había sido facilitada por el profesor, para el diseño de catalizadores;
- que, de forma general, trabajaron de manera independiente. Supieron presentar los trabajos, tanto escritos como orales, lo que se reflejó en la presentación final de los trabajos en el Seminario.

De acuerdo con el quinto objetivo, se analizó que la tasa de índice de aprobados del 84% en la materia, en 2010 se acercó a todo el contenido, lo que no ha sucedido en años anteriores, y esto muestra un aumento en el rendimiento académico superior a nuestras expectativas.

Además de la consecución de los objetivos específicos que nos planteamos, nos fue posible implementar las TIC en las tres *partes* de la materia, es decir, en todo el curso, debido al éxito que estábamos teniendo durante el periodo. Por lo tanto, hemos innovado en la *Escola de Química* de la Universidade Federal do Rio de Janeiro, con la implementación de una enseñanza mixta (*blended-learning*) mediante el uso de un entorno virtual de aprendizaje centrado en el trabajo colaborativo.

Hemos logrado una mayor participación de los estudiantes, que se convirtieron en responsables de su propio aprendizaje de manera autónoma, cumpliendo con sus compromisos dentro del plazo estipulado.

Gracias a la participación de los estudiantes en la clase y en el entorno virtual, en las discusiones y presentaciones de trabajos, obtuvimos una tasa de aprobados del 84% de los estudiantes, con un aumento del 40% en comparación con los aprobados de otros años en la materia.

Concluimos que la implementación del uso de las TIC en la materia, con una enseñanza mixta, con el uso del entorno virtual de aprendizaje y el enfoque al aprendizaje colaborativo, que es el objeto de nuestro estudio, fue un punto clave para el éxito del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. E. B. de. (2003). Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e Pesquisa*, vol. 29, n.º 2, São Paulo. Recuperado el 25 de julio de 2010, de: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022003000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022003000200010&script=sci_arttext)>
- BENEITONE, P. ET AL. (eds.) (2007). *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe Final*. Proyecto Tuning-América Latina, 2004-2007. Bilbao. Ed. Universidad de Deusto. Recuperado el 12 febrero de 2010, de: <[http://tuning.unideusto.org/tuningall/index.php?option=com\\_docman&Itemid=191&task=view\\_category&catid=22&order=dmdate\\_published&ascdesc=DESC](http://tuning.unideusto.org/tuningall/index.php?option=com_docman&Itemid=191&task=view_category&catid=22&order=dmdate_published&ascdesc=DESC)>
- BRASIL. INEP (s.f.). *Proposta: unificação dos processos seletivos das Instituições Federais de Ensino Superior a partir da reestruturação do Exame Nacional do Ensino MÉDIO (ENEM)*. Recuperado el 26 de julio de 2010, del sitio del Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira: <[http://www.censo.inep.gov.br/download/imprensa/Andifes\\_Proposta\\_Inep-MEC.pdf](http://www.censo.inep.gov.br/download/imprensa/Andifes_Proposta_Inep-MEC.pdf)>.
- GALVIS, A. H. (1992). *Ingeniería de software educativo*. Santa Fe, Bogotá: Ediciones Uniandes.
- HEINZE, A. y PROCTER, C. (2004). *Reflections on the Use of Blended Learning. Education in a Changing Environment conference proceedings*. University of Salford, Salford, Education Development Unit. Recuperado el 3 de mayo de 2010, de: <[http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/papers/ah\\_04.rtf](http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/papers/ah_04.rtf)>.
- MAYER, R. E. (2002). *Psicología de La Educación: Enseñar para un aprendizaje significativo*. Traducción Bueno, J. A. Pearson, Prentice Hill: Madrid.
- MORAN, J. M. (2002). *O que é educação a distância*. Publicado pela primeira vez com o título *Novos caminhos do ensino a distância*, no Informe CEAD-Centro de Educação a Distância. SENAI, Rio de Janeiro, ano 1, n. 5, out-dezembro de 1994, pp. 1-3. Atualização em 2002. Recuperado el 10 de mayo de 2010, de: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>>.
- SALINAS, J. (2002). ¿Qué aportan las tecnologías de la información y la comunicación a las universidades convencionales? Algunas consideraciones y reflexiones. *Revista Educación y Pedagogía*. Medellín (Colombia): Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XIV, n.º 33 (mayo-agosto), pp. 91-105.
- SANTOS, E. O. (2003). Ambientes virtuais de aprendizagem: por autorias livres, plurais e gratuitas. *Revista FAEBA*, vol. 12, n.º 18. Recuperado el 8 de marzo de 2010, de: <<http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/hipertexto/home/ava.pdf>>.
- TARR, D. A. y MIESSLER, G. L. (1991). *Inorganic Chemistry*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs.
- UFRJ-UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Escola de Química (2010a). Recuperado el 14 de marzo de 2010, de: <<http://www.eq.ufrj.br/>, <http://www.eq.ufrj.br/vestibular/2010/>>.
- UFRJ-UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Escola de Química (2010b). Recuperado el 14 de marzo de 2010, de: <<http://www.acessograduacao.ufrj.br/2011/home.html>>.
- UFRJ-UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Escola de Química (2010c). Recuperado de 14 de marzo de 2010, de: <<http://www.acessograduacao.ufrj.br/Estatisticas/home.html>>.
- VALENTE, J. A. (1997). O uso inteligente do computador na educação. NIED-UNICAMP. *Pátio revista pedagógica*. Editora Artes Médicas Sul, ano 1, n.º 1, pp. 19-21.
- WOOLFOLK, A. (2006). *Psicología Educativa*. Pearson, Addison Wesley: México.

---

# IMPLEMENTING ICT IN INORGANIC CHEMISTRY CLASSES

Ana Cristina B. Leite  
Colégio Pedro II, Rio de Janeiro  
pleite40@hotmail.com  
Marco A. B. Leite  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
mleite@ufrj.br

The implementation of Information Technology and Communication (ICT) in Chemical Engineering classes was conducted in Inorganic Chemistry classes at the Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Brazilian public education center. This university has a complex selection process to admit students, resulting in students with very high academic performance at high school being accepted to study engineering. However, low student performance has been observed on certain key points; disinterest for the subject; difficulty at meeting task deadlines; lack of communication between teachers and students, and lack of student autonomy in studying or performing commitments individually. These factors led to an investigation for alternative solutions to improve the students capabilities of these key points.

The objective was to incorporate ICT into the curriculum of Inorganic Chemistry classes using a virtual learning environment to promote collaborative work, similar to the Tuning Latin America Project. Prior to the implementation of ICT at the university, a traditional teaching model was used in inorganic classes with oral presentations and the use of technology only in multimedia presentations. We proposed an alternative paradigm, with the intention to change the teacher-student relationship through collaboration.

In addition to the changing role of the teacher, a change in teaching mode was also proposed. A Distance Education (EAD) model was introduced to supplement face to face instruction. The internet was selected as the technology mediation process for EAD, using a blended-learning format, with both synchronous and asynchronous activities.

Firstly, an analysis of the course was performed to collect important data for project planning. In the second step a detailed proposal was made on the use of ICT in a constructivist model and in accordance with the responsibilities mentioned above. The final proposal was a mixed teaching method with expository classroom and distance learning, through the internet with the use of a virtual collaborative learning environment.

## Implementation Evaluation

Analysis of the data showed attendance rates of 86% throughout the implementation of ICT. The average attendance in the course was higher than in previous years. Students also had a growing involvement in the virtual learning environment as the implementation progressed. This was useful in understanding the relationship with ICT and AVA. Students started to participate more in the discussion groups. At the end of the course, 84% of students achieved a passing grade. Comparing students performance in the field in the first half of 2010 with the same material offered in previous years, we found there was a decrease in dropout and failure rates, likely due to the introduction of the ICT. Failure rates were the lowest in five years, with 9% in the period 2010–2011, compared to 21% in the period 2007–2012.

In previous years, the course focused on traditional teaching methods with only limited use of technology. After the introduction of ICT, students academic success increased.

## Conclusions:

Innovation occurred in the School of Chemistry at the Universidade Federal do Rio de Janeiro through the implementation of blended learning with the use of a virtual learning environment, focusing on collaborative work. This has achieved greater student participation, improved students ability to work independently and meet their study commitments within a stipulated timeframe. Students involvement in both the classroom and virtual environment increased the quantity and quality of discussions and paper presentations, resulting in a student pass rate of 84%, an increase of 40% compared to previous years. The implementation of ICT with blended learning, using the virtual learning environment approach for collaborative learning, reached the objective of the study and was a key point in the project's success.

---

Cartas a  
*Enseñanza*

---

*de las Ciencias*

