



# TRANSFORMACIÓN CURRICULAR PARA LA DISCIPLINA “SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN”

Autor: Rubén Darío Morelli

Universidad Nacional de Rosario, Argentina  
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,  
Escuela de Formación Básica,  
Departamento de Sistemas de Representación  
Correo electrónico: rubemore@yahoo.com

## RESUMEN

El presente trabajo trata un plan de transformación curricular donde se incluye definitivamente a los medios digitales de dibujo en la enseñanza de grado de la disciplina Sistemas de Representación en las carreras de Ingeniería de nuestra Facultad. No se trata ya de justificar la importancia de incluir en los cursos al dibujo y diseño asistido por computadora, o de defender el sistema CAD contra los medios tradicionales. Esto por cierto que ha quedado muy atrás. No se trata de decir lo que hay que hacer, ni de cómo hacerlo: hoy se trata de hacerlo. Con una firme decisión institucional, basada en un proyecto de mejoras edilicias y desarrollo curricular integral surgido de nuestro Departamento, asumimos un compromiso de cambio que involucra a todos: institución, docentes, alumnos. Sin prisa pero sin pausa, a un año del inicio de esta nueva etapa, aparecen resultados alentadores. Estamos aprendiendo a aprender, y aprendiendo a enseñar hoy, en un presente liderado por el permanente desarrollo del conocimiento y la tecnología. La fuerza del proyecto se basa en la concreción de lo posible, y pensando en el destinatario final de nuestro esfuerzo académico: el alumno, futuro ingeniero en su etapa de formación básica. La estrategia didáctica comprende dos momentos o modalidades: gráfica analógica y gráfica digital. El dibujo tradicional en modo de croquis se revitaliza. La práctica en laboratorio no pretende ser un curso de CAD convencional. Pretendemos enseñar las herramientas digitales a partir de un verdadero aprendizaje sobre demanda del conocimiento. El entusiasmo y la visión compartida del equipo docente nos impulsan hacia adelante.

**Palabras clave:** educación gráfica y producción académica, proyecto pedagógico, cambio curricular, sistemas de representación, gráfica digital, gráfica analógica, CAD.

## ABSTRACT

English: The present work deals with a curricular transformation plan where it definitively includes to average digitalises of drawing in the basic education of the discipline Systems of Representation in the races of Engineering of our Faculty. It is not tried or to justify the importance of including in the courses to the drawing and CAD, or of defending system CAD against traditional means. This by the way that has been very back. One is not to say what there is to do, nor of how to do it: today one is to do it.

Português: O presente trabalho trata um plano de transformação curricular onde se inclui definitivamente aos meios digitais de desenho no ensino de grau da disciplina Sistemas de Representação nas carreiras de Engenharia de nossa Faculdade. Não se trata já de justificar a importância de incluir nos cursos o desenho assistido por computador, ou de defender o sistema CAD contra os meios tradicionais. Isto por certo que ficou muito atrás. Não se trata de dizer o que há que fazer, nem de como fazê-lo: hoje se trata de fazê-lo.

## 1 Introducción

Esta experiencia de cambio curricular, que se describe en el Resumen, está en pleno desarrollo. Mucho se ha escrito sobre la importancia de la incorporación de los medios digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la representación gráfica en ingeniería y en la arquitectura. También hay muchísimas universidades que incorporaron el CAD en la enseñanza antes que nosotros. No se si hablar de *innovación* es el término correcto. Tal vez lo más acertado sería decir que buscamos *adaptarnos culturalmente al momento que nos toca vivir*, desde nuestro quehacer universitario.

Pensar hoy que pasarse al medio digital es “*utilizar un sistema CAD para dibujar*” puede ser tan erróneo como hace 10 años discutir sobre “*el CAD como un nuevo medio de representación en competencia con el medio analógico tradicional*”.

¿Y qué significa entonces “incorporar los medios digitales de dibujo” en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de nuestra área, la expresión gráfica?

Desde mi punto de vista, es un proceso complejo de transferencia cultural, donde una generación formada en el pensamiento determinista de la era industrial, cede el paso a una nueva generación nacida en la era de la cultura digital, donde la tecnología, el conocimiento inabarcable, las redes, las computadoras y la comunicación multimedia son el eje de todo proceso, ya sea educativo o productivo.

### 1.1 Un sueño, un proyecto.

A medida que transcurre el tiempo, al momento de tomar la decisión de llevar un cambio adelante, no resulta fácil encontrar un modelo de experiencia que se ajuste plenamente a nuestras propias necesidades y realidades. He aquí el momento de, luego de analizada la información disponible (muy valiosa por cierto) diseñar la solución más factible de acuerdo a la realidad de la propia unidad académica.

Nace así, a principios del año 2003, el proyecto “**de-SIRE**”, sigla que significa “**Departamento de Sistemas de Representación**”, del que soy autor. Este proyecto es la síntesis de una visión adquirida a través de muchos años de trabajo [1], de compromiso con esta verdadera revolución tecnológica por la que pasa la humanidad, donde los medios digitales son los protagonistas de esta nueva era cultural. La gestión de este proyecto se basa en cuatro pilares:

1. **La reforma edilicia y funcional para el nuevo Departamento de-SIRE.**  
Reformas edilicias. Creación del Laboratorio de Gráfica Digital.
2. **Revisión de las currículas.** Una verdadera reingeniería educativa, haciendo cambios profundos, pero graduales, con plazos cortos, teniendo en cuenta las diferencias de enfoque y generacionales del plantel docente, pero decididos a dibujar en los medios electrónicos.
3. **Optimización de los recursos humanos docentes.**
4. **Mejorar el servicio educativo hacia el alumno y hacia el medio.**

### 1.2 Antecedentes

- ? 1990 –1996. Se organizan cursos para docentes. El CAD en esto tiempos era una herramienta que dividía aguas. El futuro estaba “lejos”. Se organiza en nuestro Departamento el “Grupo CAD”, con interesante experiencia de transferencia al

medio, organizándose cursos de CAD para empresas, para profesionales y docentes.

- 7 1996 - 2002. Se incorporan módulos de CAD en las asignaturas de Sistemas de Representación de la carrera Ing. Civil a partir de 1996, con muy poca carga horaria: 8 hs. En la carrera de Ingeniería Industrial se había iniciado una experiencia similar pero luego se abandona. En la carrera de Ingeniería Mecánica se aborda la enseñanza del CAD en el ciclo superior. Se dictan cursos de CAD para docentes y alumnos (extracurriculares). Se dicta desde el año 2001 la asignatura Dibujo Asistido por Computadora en el 4º año de la carrera Ingeniería Eléctrica (apoyo de nuestro Departamento en colaboración con la Escuela de dicha especialidad) en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Electrónica.

En síntesis, la orientación que se le dio siempre a la enseñanza de la gráfica digital, se basó en el uso del CAD como una herramienta de dibujo más, a partir de enseñar comandos y el docente encargado de dictar dichos módulos debía ser sobre todo un “cadista” generalmente un joven profesional, sin importar una reconocida formación docente en el área de la representación gráfica.

## **2 El desarrollo del proyecto hoy.**

En junio del año 2003 soy designado Director del Departamento de Dibujo, confiándome la institución el honor y la responsabilidad de llevar adelante estos cambios. En agosto de 2003 elevo la propuesta de cambio de nombre del viejo Departamento de Dibujo por el de **Departamento de Sistemas de Representación (de-SIRE)** [2]. Esta propuesta es aprobada por el Consejo Directivo el 31-10-2003.

### **2.1 La reforma edilicia y funcional para el nuevo Departamento de -SIRE.**

En enero de 2004 se hacen las obras de reformas y ampliación de nuestro Departamento incorporando un Laboratorio de Gráfica Digital, con capacidad para 16 computadoras (en lo que antes era el Aula 21) exclusivamente destinadas al área de Sistemas de Representación. Se generan una sala para consultas de los alumnos, sala de docentes y lugar para biblioteca y archivo, y ámbitos adecuados para dirección, estudio e investigación.

La disposición de las mesas en el laboratorio es en forma lineal, generando dos pasillos, con una isla central. Mesas con 1 PC con lugar para hasta 3 alumnos. Total 15 mesas para alumnos, 1 mesa para el profesor y para escáner e impresora. Las mesas se diseñaron en nuestro Departamento, son de 1.50 m x 0.75 m con una altura de 0.68 m y permiten desplegar planos, colocar maquetas o modelos para dibujar. El proyecto contempló la reforma del aula tradicional de dibujo técnico, el Aula 29. Capacidad para 90 alumnos. Este salón está en el 2º piso al igual que el resto del Departamento. También hay otras aulas aptas para esta función.

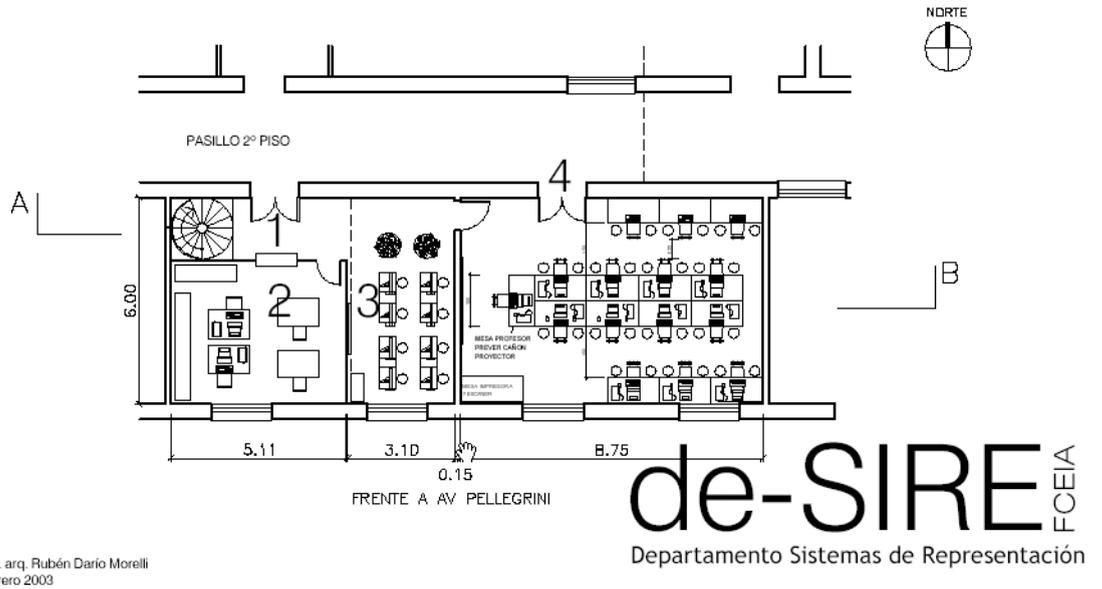
Se reemplazaron los viejos tableros por mesas bajas para croquizado y dibujo tradicional. El alumno trae su tablero portátil si es necesario.

En la figuras 1 a 4 se ven planos y fotografías ilustrativas de todo el proyecto.

# PLANTA 2º PISO

## escala 1:100

- REFERENCIAS:  
 1- HALL ACCESO AL de-SIRE  
 2- SALA DOCENTES Y Secretaría  
 3- SALA DE CONSULTAS  
 4- Acceso al Laboratorio de Gráfica Digital



prof. arq. Rubén Darío Morelli  
 Febrero 2003

Figura 1 – Planta general de-SIRE

# PLANTA ENTREPISO

## escala 1:100

- REFERENCIAS:  
 7- ACCESO ENTREPISO  
 8- DIRECCION DEL de-SIRE  
 9- SALA DE REUNIONES  
 10- BIBLIOTECA Y MATERIAL DIDACTICO  
 11- VACIO SOBRE SALA DE CONSULTAS

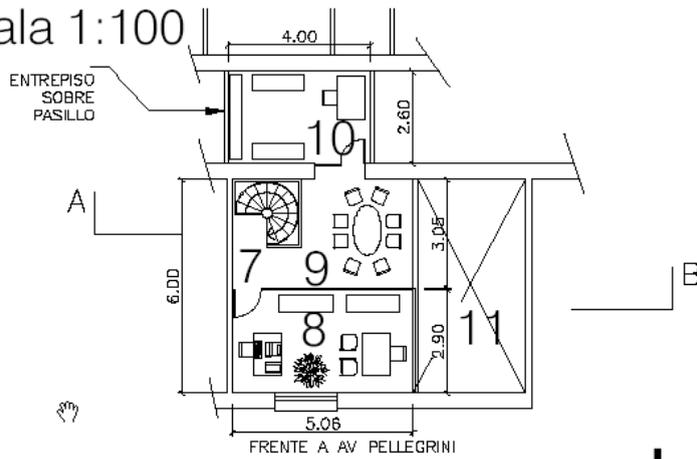


Figura 2 – Planta entrepiso de-SIRE

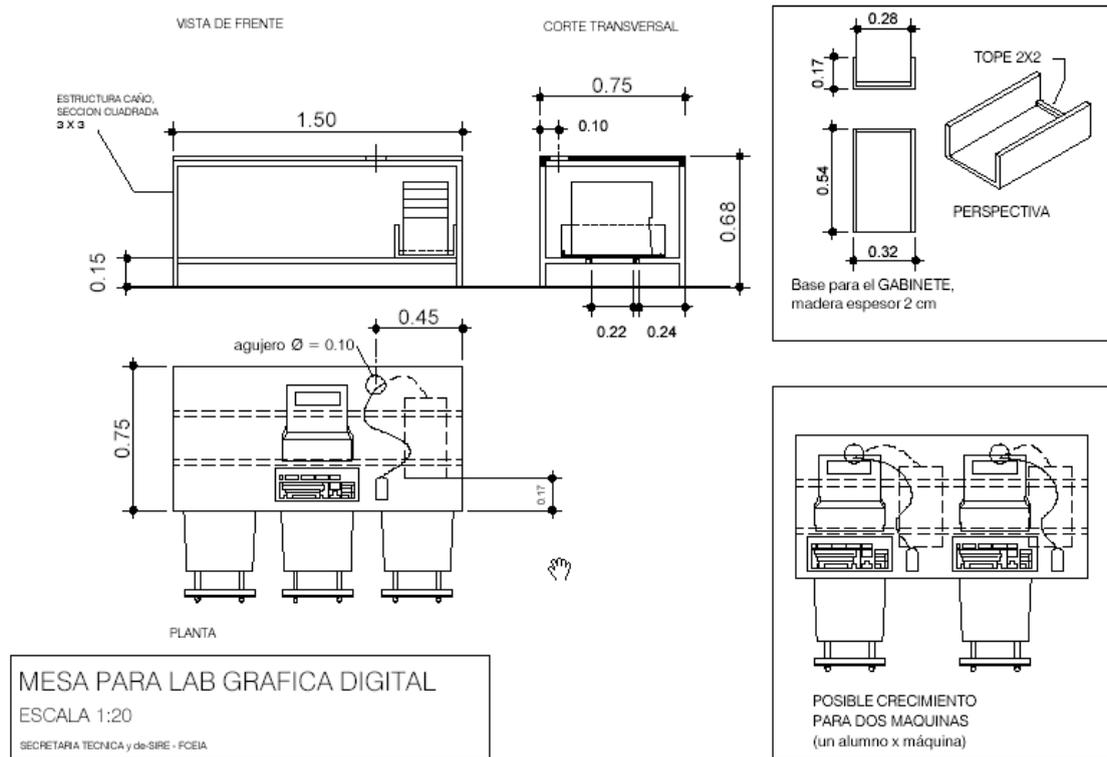


Figura 3 – Mesa para gráfica digital



Laboratorio

Laboratorio

Aula tradicional

Sala Docentes

Sala de Consultas

Figura 4 – Fotografías generales

## 2.2 Revisión de las currículas.

Esta reforma es en sí misma una reingeniería educativa. Estamos hablando de enseñanza de grado, de cursos masivos, de divisiones numerosas (80, 90, a más de 100 alumnos). Las mejoras edilicias crean las condiciones para la reforma curricular, que permite incluir sistemática y definitivamente a la gráfica digital (CAD y otros medios digitales de representación gráfica) en la enseñanza del dibujo en las carreras de Ingeniería. Esta revisión se está haciendo en consenso con las respectivas escuelas por especialidad.

Un hecho concurrente es el proceso de Acreditación de las Carreras de Ingeniería ante la CONEAU durante los años 2003/2004, que nos obligó a hacer, desde la Escuela de Formación Básica de nuestra facultad, un intenso proceso de Auto evaluación. De ese proceso de detección de fortalezas y debilidades, surgen los Planes de Desarrollo que son puestos a consideración de los organismos evaluadores. Esa mirada interna, nos encuentra en pleno proceso de cambio. El resultado de la evaluación nos confirma que hemos acertado un camino que no tiene retorno. ¿Qué hicimos, qué hacemos, qué haremos?

La transformación se hace gradualmente, con una **primera etapa** de incorporación del CAD en la práctica de la asignatura dividida en dos momentos o modalidades:

1) analógico: donde se dibuja con útiles tradicionales con importante aplicación del croquis. Aquí se pretende que en forma práctica el alumno resuelva los ejercicios que requieren un momento de reflexión teórica y una determinada precisión gráfica en su resolución. Se trabaja en aula taller, cursos masivos.

2) digital: una vez resuelto un trabajo práctico, se pasa a digitalizarlo en el Laboratorio de Gráfica Digital, donde el alumno aprende los principios básicos de un programa CAD. Aquí se expresa la estética y precisión que todo plano tiene que tener, y por supuesto con la correspondiente presentación en papel. Se dividen los cursos masivos en tres subcomisiones de modo que puedan aprovechar el laboratorio. Trabajan hasta 3 alumnos por máquina en esta etapa. El alumno debe continuar su trabajo en el hogar. Se evalúa individualmente el trabajo en máquina al finalizar el curso.

La práctica en laboratorio no pretende convertirse en un curso de CAD convencional. Pretendemos incorporar las herramientas digitales a medida que la solución de los ejercicios lo requiera. Un verdadero aprendizaje sobre demanda de conocimientos.

Objetivos que el alumno debe lograr:

- 1) asimilar la lógica del software CAD.
- 2) descubrir un hábito de aprendizaje de la herramienta digital.
- 3) dibujar trabajos prácticos de la asignatura aplicando los comandos necesarios.

Esta es una etapa que estamos transitando. Vendrá una **segunda etapa**, que se irá logrando curso a curso, donde habrá pensar totalmente la representación gráfica desde los sistemas digitales, pasando el dibujo tradicional a ser un auxiliar basado en el croquis.

### **2.3 Optimización de los recursos humanos docentes.**

La reconversión del personal docente es una tarea ardua y compleja que debe hacerse contemplando todas las circunstancias, aunque ello implique que ciertos procesos demoren un tiempo mayor al anhelado. Nuestro plantel es de 20 docentes, entre profesores, jefes de trabajos prácticos y ayudantes. Conviven tres generaciones: docentes jóvenes, intermedios, y docentes con una vasta trayectoria, muchos ya jubilados y contratados. Esto significa visiones y posturas diferentes, resistencias al cambio, temor al cambio. Los más jóvenes son los que tienen más capacitación y facilidad en el manejo de lo digital, como es lógico. De hecho son los que están al frente de las clases en laboratorio. Sobre la práctica docente estamos ajustando el modelo didáctico. La enseñanza basada en CAD jerarquiza la labor docente. Además es un objetivo jerarquizar la carrera docente dentro del Departamento. Es necesario ampliar dedicaciones, para fomentar el estudio y la investigación.

### **2.4 Mejorar el servicio educativo hacia el alumno y hacia el medio**

El dominio de la herramienta digital para dibujar capacita al alumno para desenvolverse no sólo en el ámbito de su carrera sino en el medio laboral. Muchas empresas solicitan estudiantes como dibujantes con dominio de CAD. También pretendemos mejorar el servicio de extensión al medio. Actualmente se dictan cursos de CAD a través de la escuela de Graduados y el Área de Informática. Está en estudio la organización de otros cursos y seminarios, como el de Lectura e Interpretación de Planos para Operarios, talleres de medios digitales combinados, etc.

### 3 Conclusiones o Consideraciones Finales

Todo cambio provoca crisis, y toda crisis es una oportunidad de mejorar. Transformar las estrategias de enseñanza-aprendizaje hacia la representación gráfica digital, en el mundo actual, donde la tecnología transforma plenamente la vida de las personas, es un desafío apasionante. Ser docente hoy, en la era digital, no sólo es dominar un sistema CAD, sino basar toda la actividad académica en lo digital, tanto en el uso de recursos didácticos (proyecciones PowerPoint, programas educativos, hipermedia, aulas y campus virtuales, sitios Web, etc.) como en las comunicaciones (correo electrónico, redes, internet)

Nuestra Facultad cuenta con una rica historia en lo referido a la enseñanza del Dibujo Técnico en los primeros años de las carreras de Ingeniería. El viejo Departamento de Dibujo, hoy Departamento de Sistemas de Representación, desarrolló en las últimas 4 décadas una importantísima labor académica, con innovaciones y desarrollos que marcaron toda una época. Aún tenemos bibliografías y apuntes vigentes y docentes que se formaron en aquellos tiempos.

Pero estamos en el siglo XXI. La producción del conocimiento no cesa. Los viejos modelos enciclopedistas de enseñanza dejan paso a los modelos multimediales. Los alumnos pasan de ser espectadores pasivos a protagonistas activos. El docente magistral pierde vigencia, y surge el docente líder, que conduce al estudiante al propio descubrimiento del conocimiento. La Geometría Descriptiva clásica debe ser revisada en sus contenidos. Tal vez sea el momento de hablar de una Geometría Digital.

Este esfuerzo es volcado a la enseñanza de una asignatura básica de Sistemas de Representación, pero también pensamos en una segunda asignatura, Representación Gráfica Aplicada, donde se desarrollan las temáticas específicas de cada especialidad de ingeniería. Actualmente, estas partes son Módulos de Especialidad para las carreras de Ingeniería Civil y Mecánica.

Finalmente, puntualizo estos ítems que hoy estamos trabajando a manera de línea conceptual y procedimental:

#### ENSEÑANZA DE LA REPRESENTACION GRÁFICA EN INGENIERÍA:

- Premisa de la tecnología: saber hacer y saber reflexionar
- Sistemas de representación/ expresión gráfica
- El croquizado como herramienta y no como unidad temática
- Concepto de proyección / sistemas de proyección > Razonando las entidades geométricas: Representación de la recta y el plano: visualización en una síntesis poliédrica: aristas y caras de un prisma. Paralelas al plano de proyección, / Oblicuas al plano de proyección, / Perpendiculares al plano de proyección
- a) La recta: ¿Se proyecta como punto?, ¿se proyecta como línea? ¿Hay verdadera magnitud?
- b) El Plano: ¿Se proyecta como línea?, ¿se proyecta como figura? ¿Hay verdadera magnitud y forma?

#### -SISTEMA MONGE APLICADO AL SISTEMA DE VISTAS MULTIPLES ISO.

Básicos conceptos de representación de poliedros simples, contorno aparente y visibilidad.

-SISTEMAS AXONOMÉTRICOS (ortogonal y oblicuo) > Isométrico, DIN-5, Cavallera y Militar.

#### -SISTEMAS CAD

#### -TRANSFERENCIA ENTRE SISTEMAS:

> Del modelo axonométrico a las vistas ISO > representación de vistas geométricas

> De las vistas geométricas al modelo 3d: lectura e interpretación de vistas

**PROFUNDIZACION DE TEMAS / Geometría Descriptiva + Medio Digital:**

Puntos arriba, abajo, delante, detrás, izq. y derecha.

Coordenadas absolutas, relativas, polares, esféricas.

Pendientes de rectas, ángulo con el eje x, en el plano x-y

Proyección de ángulos. Conservación del ángulo recto en proyección.

Representación de poliedros.

Herramientas: cambio de plano, giro, intersecciones.

Sección plana, desarrollo e intersección de poliedros.

Representación de circunferencias.

Representación de cuerpos de superficie curva: cilindro, cono, esfera.

Secciones planas, desarrollos.

Intersección de superficies curvas.

>Croquizado técnico: reflexión teórica y solución práctica

>Gráfica digital: reflexión práctica y solución teórico-práctica

**HOY: CROQUIS + TABLERO RÁPIDO + GRAFICA DIGITAL**

**MAÑANA: PENSAR DESDE EL ENTORNO DIGITAL + CROQUIZAR**

## **Referencias**

[1] <http://www.fceia.unr.edu.ar/de-sire/unavisiondeldibujo.htm>

[2] [http://www.fceia.unr.edu.ar/de-sire/fundamento\\_cambio\\_nombre.htm](http://www.fceia.unr.edu.ar/de-sire/fundamento_cambio_nombre.htm)