

Rumbos Tecnológicos



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Avellaneda

Publicación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado

ISSN (versión impresa): 1852-7698 (versión en línea): 1852-7701. Volumen 5. Septiembre 2013

Rumbos Tecnológicos

Publicación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado

Rector de la Universidad Tecnológica Nacional
Ing. Héctor Carlos Brotto

Decano
Ing. Jorge Omar Del Gener

Secretario de Ciencia, Tecnología y Posgrado
Mgr. Ing. Lucas Gabriel Giménez

Volumen 5
Septiembre de 2013

ISSN (versión impresa): 1852-7698
ISSN (versión en línea): 1852-7701
Registro de la Propiedad Intelectual: 5109438

Director

Dr. Isaac Marcos Cohen

Comité Editorial

Lic. Luis Alberto Garaventa
Ing. Luis Muraca
Ing. Adriana Beatriz García
Mgr. Jorge Guillermo Machalec

Asesor

Lic. José Antonio Valentini

Colaboración Técnica

Victoria Senia

Propietarios

Facultad Regional Avellaneda
Av. Mitre 750 (CP 1870)
Avellaneda
Provincia de Buenos Aires
Argentina



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Avellaneda

Toda información, opinión o juicio vertidos en los trabajos publicados en Rumbos Tecnológicos, es responsabilidad de sus autores y no constituye toma de posición por parte de la Facultad Regional Avellaneda. Se permite la reproducción parcial de los contenidos de esta publicación, previa solicitud a su director.

Índice

Editorial

Sr. Decano de la Facultad Regional Avellaneda, Ing. Jorge Omar Del Gener7

Artículos de Investigación

Un estudio comparativo sobre las concepciones de los profesores de física
Alicia C. Ortalda11

El uso del blog en la enseñanza a adolescentes como herramienta alternativa
complementaria en la modalidad presencial
María Noel Pellizzon27

Estrés oxidativo: estudio de compuestos con propiedades
antioxidantes en el tomate (licopersicon esculentum mill.)
Eduardo A. Bernatené47

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación
secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica. El caso de los
ingresantes a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Cruz
Oscar Eduardo Robledo, Antonio Adrián Arciénaga Morales, Marta Susana Reinoso63

La universidad y su relación con el medio socioproductivo después
de la crisis de 2001 en Argentina
Jorge Calzoni81

Incorporación de fenómenos de segundo orden de material en el
diseño de estructuras de acero
Aníbal Guillermo Tolosa93

Determinación de las curvas de rendimiento de baterías alcalinas utilizadas
en la industria ferroviaria con evaluación de confiabilidad
Eugenio Francisco Dattilo, Nora Capato, Fernando Cacciavillani, Daniel Pugliese115

Índice estructural de dominancia para poblaciones de sicyos
polyacanthus cogn. en caña de azúcar.
Luis Ernesto Vega Caro, Francisca Elena Gianinetto, Norma Susana Moya123

Notas Técnicas

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias Jorgelina Lucia Cariello, Nicolás Varriano, Jorge Machalec, Carlos Sanchez	137
Generador de multiples señales simultáneas Luciano Alvarez, Diego Adán Scharf, Marcelo Daniel Leo, Luis Napolitano	151
Estados estacionarios múltiples en un quimiostato con crecimiento microbiano inhibido. parte a: base teórica Carina Stampacchio, Alfredo Menéndez (17 páginas)	159

Editorial

Los notables desarrollos que desde las últimas décadas del siglo pasado se fueron dando en relación con los conocimientos científicos y las técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información, y que integran el conjunto de la disciplina conocida como informática, han tenido consecuencias muy significativas en el campo de la ciencia y la ingeniería, en todas sus ramas.

El aspecto más relevante de este progreso es que en la actualidad se dispone no solo de medios poderosos para almacenar información, sino también para recuperarla. Los gruesos tratados y enciclopedias donde se pretendía condensar desarrollos adquiridos en años, décadas o tal vez siglos, eran patrimonio solo de bibliotecas especializadas. Su acceso resultaba siempre restringido, en razón del valor documental y monetario de tales ejemplares, muchas veces únicos; su lectura representaba limitaciones hasta de tipo físico, pues no era fácil manejarse con tan pesados volúmenes. Por supuesto, tales limitaciones implicaban procesos lentos de adquisición de conocimientos, puesto que también lo eran los procesos de enseñanza. Las dificultades eran aún mayores en disciplinas como las ingenierías, si se trataba de ilustrar procesos o dispositivos; también los sistemas de representación adolecían de serias fallas: escribir en el pizarrón una ecuación complicada, o reproducirla en un cuaderno, conllevaba una especie de desafío particular.

Además de los indudables adelantos en la metodología de la labor docente, una de las actividades que más se ha visto beneficiada por los progresos de la informática es la comunicación en la investigación. En el presente, la preparación de un trabajo científico o tecnológico destinado a su publicación es tarea del mismo investigador, quien dispone de todos los medios para incluir fórmulas, tablas o figuras, tiene facilidades para la consulta bibliográfica y puede adicionalmente encarar su tarea en conjunto con colegas alejados geográficamente. La recepción de la obra por la editorial se efectúa por medios electrónicos simples y el procedimiento de revisión por árbitros es sencillo; también lo es el proceso de publicación.

Dada la simplicidad del proceso global, el riesgo que conllevan todas estas ventajas en la comunicación de conocimientos y progresos es el de sucumbir a la tentación de privilegiar la difusión y prestar menor atención a la riqueza de los contenidos. En consecuencia, es ahora cuando más se necesita preservar la calidad de las contribuciones, en una secuencia que necesariamente debe abarcar a los autores, a los revisores y a los miembros del comité editorial. Presentamos hoy este nuevo número de Rumbos Tecnológicos con la humilde pretensión de haber cumplido con esta premisa básica.

*Ing. Jorge Omar del Gener
Decano*

Artículos de investigación

UN ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LAS CONCEPCIONES DE LOS PROFESORES DE FÍSICA¹

Alicia C. Ortalda

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Dirección de Posgrado.
Avenida Mitre 750 (1870) Buenos Aires, República Argentina.

Correo electrónico: aliortalda@yahoo.com.ar

Recibido el 13 de julio de 2012; aceptado el 29 de agosto de 2012

Resumen

Cuando se está frente a un curso siempre se lleva alguna concepción acerca del proceso de aprendizaje que realizan los alumnos. Esta puede ser explicitada bajo la forma de una teoría o de un conjunto de afirmaciones medianamente coherentes o, en el peor de los casos, puede ser parte de un conjunto de creencias implícitas que rigen de un modo acrítico.

En este sentido, los docentes de física se encuentran en la paradójica situación de enfrentarse a sus propios preconceptos físicos acerca del aparato cognitivo que se supone en los alumnos, lo que produce la sensación circular de caminar, como las hormigas de Escher, por una cinta de Moebius, que parece tener dos caras mientras que se avanza siempre por la misma.

Hay una fuerte relación entre lo que piensa el profesor y cómo enseña. Esta relación resulta ser recíproca, es decir, el conocimiento base del profesor afecta la planificación y la práctica de sus clases y a la inversa, las actividades de enseñanza van modificando su base de conocimiento. Es la actividad de la docencia la que va conformando paulatinamente lo que el docente conoce de la disciplina y cómo lo aplica como conocimiento disciplinar, el llamado "Conocimiento Pedagógico del Contenido".

En esta investigación se analizan las concepciones de profesores universitarios de Física y Biofísica, respecto de la enseñanza y el aprendizaje de esta materia.

Se estudia el papel que desempeñan estas concepciones a la hora de fijar enfoques, para los contenidos y para su transformación en objetos capaces de ser aprendidos por los estudiantes.

Palabras clave: Preconceptos físicos - conocimiento base - conocimiento disciplinar - "Conocimiento pedagógico del contenido".

Abstract

When teachers are in charge of a course, they always take a conception about the learning process that the students carry out. It can be explained through the form of a theory or a collection of statements fairly logical or, in the worst of the cases, it can be part of a collection of implicit beliefs ruling in an uncritical way.

In this respect, teachers are in the paradoxical situation of facing their own physical preconceptions about the cognitive framework that is assumed in the students; it produces the sensation of walking in circles, as the Escher's ants, in a Moebius ribbon, that seems to have two faces while it is always advancing in the same one.

There is a strong relationship between what teacher thinks and how the teacher teaches. This relationship appears to be reciprocal, namely, the base knowledge of teacher affects planning and practice of their classes and vice versa, teaching activities are modifying their base

¹ Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por la autora para aspirar al grado de Magister en Docencia Universitaria, bajo la dirección de Gustavo Bender. Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional

knowledge. Teachers' knowledge about the discipline and how they apply it as discipline knowledge, the so-called "pedagogical knowledge of content" is gradually shaping by the teacher activity.

The views of university teachers of Physics and Biophysics are analyzed in this research, regarding teaching and learning of this subject. We study the role of these views at the moment of setting approaches, for the contents and to its transformation into objects that can be learned by students.

Keywords: Physical preconception - Base knowledge - Discipline knowledge - "Pedagogical knowledge of content"

Introducción

Cada profesor construye una representación simbólica de su quehacer en el aula; esta visión es central a la hora de considerar el vínculo que establece:

- Con sus alumnos (relación pedagógica).
- Entre los alumnos y los objetos de aprendizaje (relación didáctica)

Esta representación acerca de sus concepciones sobre la disciplina, es idiosincrática y está construida a lo largo de los años. Su génesis acerca de las concepciones es compleja (Figura 1) y por eso el estudio realizado se orientó a estudiar sus características principales, sus fortalezas y contradicciones.

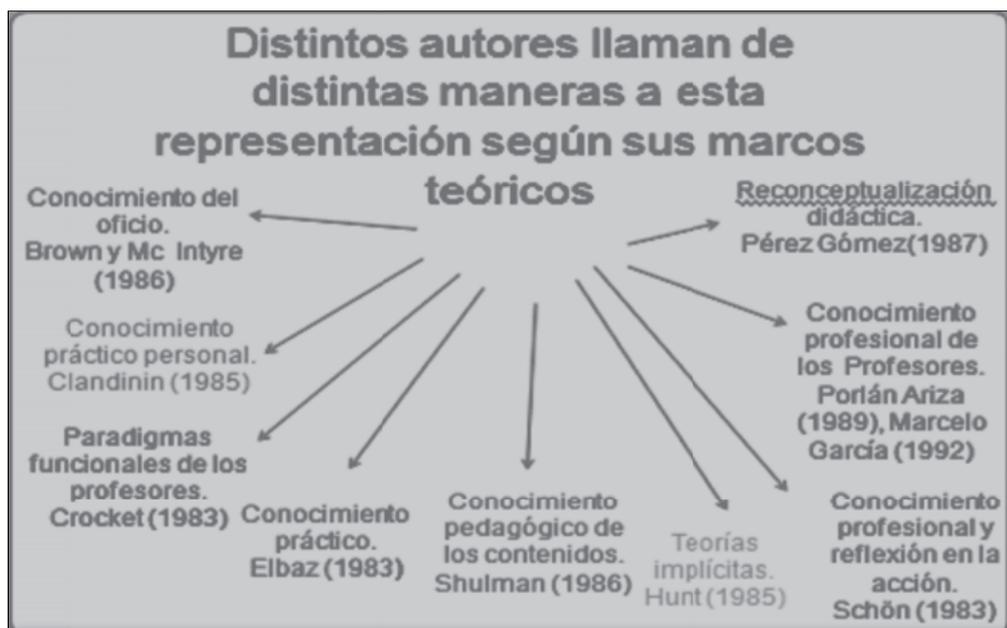


Figura 1. Representación simbólica del quehacer del profesor en el aula según diferentes autores

La investigación en Didáctica. Historia de una relación

En Didáctica de las Ciencias Naturales hubo un desplazamiento gradual del objeto central de estudio (Figura 2):

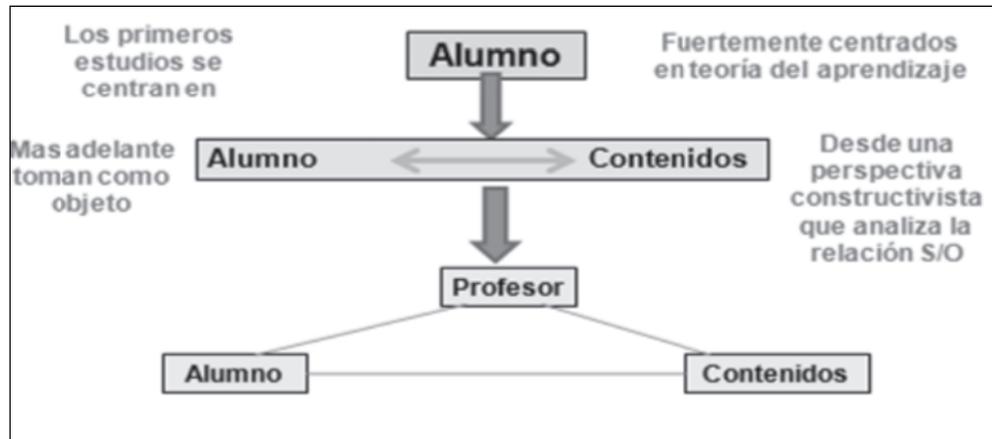


Figura 2. Evolución del objeto central de estudio en Ciencias Naturales

En una **Primera Etapa** se consideró que los problemas de aprendizaje estaban centrados en el: **Alumno**

En el ¿cómo se aprende? El Marco Teórico de esta corriente estuvo formado por líneas diversas:

Según Hill (1966), una diferencia significativa en las teorías del aprendizaje, se presenta entre la Teoría Conductista y la Teoría Cognitiva. Al respecto expresa: "Las interpretaciones conexionistas del aprendizaje, por mucho que difieran entre sí, concuerdan en considerar al aprendizaje como una cuestión de conexiones entre estímulos y respuestas. (.....) Las interpretaciones cognitivas, por otra parte, se preocupan por las cogniciones (percepciones o actitudes o creencias) que tiene el individuo acerca de su medio ambiente y por las formas en que estas cogniciones determinan su conducta. En estas interpretaciones, el aprendizaje es el estudio de las distintas formas en que las cogniciones son modificadas por la experiencia". (p. 56)

En la Teoría Conductista, se distinguen:

- Teoría Conductista Clásica.
- Teoría del Conductismo operante.

En las Teorías Cognitivas, se distinguen:

- Teoría Asociacionista:
Teoría del Procesamiento de la Información.
- Teorías Estructuralistas:
Teoría Psicogenética.
Teoría Socio histórica.
Teoría del Aprendizaje Significativo.

Teorías Conductistas

El representante más notorio de este movimiento fue John Watson. Hill, (1966), expresa: *En 1913, Watson publicó la primera declaración formal de su posición, un artículo titulado "La psicología tal como la concibe el conductista"; la revolución psicológica conocida con el nombre de "conductismo" estaba en marcha. La razón del término "conductismo es bastante clara. Watson se interesaba únicamente en la conducta, no en la experiencia consciente.* (p.63).

Las Teorías Conductistas se reducen al modelo del animal que aprende. El sujeto es pasivo, no interpreta la realidad, la capta a través de sus sentidos. El conocimiento es atomizado y lineal. Se basa en modelos observables: solo valora el resultado, en tanto observable, medible y cuantificable. No considera la individualidad, los conocimientos previos, la afectividad, ni el contexto sociocultural. El alumno se considera como una tabla rasa en la que se imprimen los

estímulos que provienen del medio. El conocimiento es a corto plazo. Los objetos son puntuales, concretos, observables. El contenido es fragmentado, memorístico, descontextualizado, desprovisto de significado. La evaluación se orienta a aspectos puntuales, se espera una respuesta. Vinculado con esta teoría se encuentra el Modelo Tradicional de Enseñanza de las Ciencias, que aún se encuentra bastante arraigado en la práctica educativa. Modelo que asume que los conocimientos científicos son verdades definitivas, que los profesores desde su área tiene que transmitirles a los alumnos.

Teorías Cognitivas

El cognitivismo abandonó la posición mecanicista y pasiva del conductismo. Consideró al sujeto como procesador activo de la información, a través del registro y la organización de dicha información, para llegar a su reorganización y reestructuración en el aparato cognitivo del aprendiz. Esta reestructuración no se reduce a una mera asimilación, sino a una construcción dinámica del conocimiento. Es decir, se refiere a los procesos mentales mediante los cuales el conocimiento cambia. En términos piagetianos, la acomodación de las estructuras de conocimiento a la nueva información.

El paradigma cognitivista propuso que el aprendizaje ocurría en un proceso de organización y reorganización cognitiva del campo conceptual, producido como resultado de la interacción entre las formaciones procedentes del medio y el sujeto activo.

A la Teoría Cognitiva le interesó la representación mental y por ello las dimensiones de lo cognitivo: la percepción, la atención, la inteligencia, la memoria, el lenguaje, el pensamiento. Para esta teoría, el aprendizaje es un proceso a través del cual se adquieren conocimientos y estrategias necesarias para, construir nuevas y variadas formas de aprender.

Dentro de las Teorías Cognitivas se distinguen las Teorías Asociacionistas y las Teorías Estructuralistas.

Teorías Asociacionistas: La teoría de Gagné (1971) se fundamenta en el modelo de aprendizaje como procesamiento de la Información, su mayor contribución ha sido su teoría del aprendizaje; Bruner (1966) puso el acento en las asociaciones, considerando que el sujeto pone en juego mecanismos asociativos para adquirir nuevos conocimientos.

Teorías Estructuralistas: estas teorías consideraron al conocimiento como una unidad estructurada. El objeto de estudio siguió siendo el alumno, pero mientras algunos ponían el énfasis en su relación con el objeto de aprendizaje (contenido a aprender) otros lo ponían en el medio social. Dentro de estas teorías se destacaron:

- Piaget (1967) en *Seis estudios de psicología*, planteó que el aprendizaje se da por la relación con el objeto y que el sujeto atraviesa diferentes etapas de desarrollo intelectual, es decir, que accede paulatinamente a estructuras cognitivas de mayor complejidad; las cuales posibilitan activar ciertas operaciones mentales que, le permiten al alumno interpretar la realidad y adquirir nuevos aprendizajes. El alumno construye el conocimiento a través de la manipulación de objetos y de actividades mentales, construye la realidad según se lo posibilitan sus estructuras cognitivas. Pone el acento en la asimilación y la acomodación. El docente cumple el rol de facilitador de un aprendizaje constructivo.
- Vigotsky (1985) puso el acento en la interiorización, propuso que el sujeto actuara sobre la realidad para adaptarse a ella; el lenguaje desempeña un papel esencial. Su concepción parte de su función social y comunicativa. La actividad del sujeto en desarrollo es una actividad mediada socialmente. El conocimiento es una construcción social. El sujeto aprende con ayuda de los demás; se aprende en el ámbito de la interacción social. El docente cumple la función de mediador, guía, acompañante.
- Ausubel (1968) puso el acento en los puentes cognitivos y en la significación que el sujeto le da a los nuevos conocimientos o aprendizajes. Para que el aprendizaje sea significativo, el

material de aprendizaje debe poseer significado en sí mismo y debe ser potencialmente significativo, es decir poseer en su estructura de conocimiento ideas con las que pueda relacionar. Para lograr el aprendizaje de un nuevo concepto, es necesario tender un puente cognitivo entre ese nuevo concepto y alguna idea de carácter más general ya presente en la mente del alumno.

En una **Segunda Etapa** se comenzó a observar que cierto tipo de conceptos resultaban más resistentes al aprendizaje que otros; se empezó entonces a estudiar la relación

Alumno \leftrightarrow Contenidos

En esta etapa se consideró que el aprendizaje es un proceso activo, en el que los estímulos y las informaciones interaccionan con las ideas y las estructuras que ya existen en la mente de cada persona. De aquí la importancia de conocer las ideas que, el alumno tiene acerca de un concepto o fenómeno natural, ideas presentadas como ideas previas. Estas ideas son conocidas también como concepciones alternativas. Según Pozo (1992) "Las concepciones alternativas son teorías personales implícitas con las cuales los no expertos en un área interpretan lo que sucede a su alrededor".

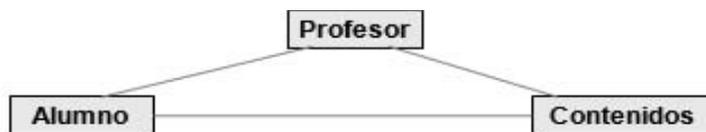
De acuerdo con la perspectiva constructivista de la psicología educativa se ha propuesto, que las ideas de las personas están organizadas en algún tipo de estructura cognitiva y que la incorporación de información nueva, depende de la naturaleza de esa misma estructura. El aprendizaje es un proceso activo, en el que los estímulos y las informaciones interaccionan con las ideas y las estructuras que ya existen en la mente de cada persona. De aquí, la importancia de conocer las ideas que el alumnado pueda tener acerca de algún concepto o fenómeno natural, antes de empezar la clase de ciencias. Estas ideas son conocidas, entre muchos otros, con el nombre de concepciones alternativas, pues, por lo general, no tienen mucho que ver con las ideas científicas generalmente aceptadas.

De esta forma, aprender un concepto científico implica la reestructuración de las concepciones alternativas de los estudiantes, transformándose eventualmente en las concepciones científicamente aceptadas. Esto significa lograr, en una buena proporción de ellos, discutir sus concepciones sobre el tema y reexaminarlas, hasta llevarlos a la conclusión de que algunas de sus representaciones resultan incompletas o inadecuadas para explicar la naturaleza y propiedades que se discuten. A este proceso se le denomina cambio conceptual, y se sabe hoy que es un proceso gradual y complejo en el cual la información que llega al alumnado, gracias a la experimentación, la indagación y la instrucción, es utilizada, más que para cambiar, para enriquecer y reestructurar sus creencias y presuposiciones iniciales.

La concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia y hoy se encuentra con numerosos modelos del mismo. Los principales modelos respecto de la Concepción del Cambio Conceptual se sintetizan en:

- Strike y Posner (1985): proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos.
- Vosniadou (1994), Caravita y Hallden (1994): proponen un cambio gradual y parcial de las ideas de los alumnos, determinado por el contexto social y por aspectos afectivos.
- Driver y colaboradores (1989): proponen un proceso de cambio conceptual largo, lento y progresivo.
- Pozo (1999): propone un cambio conceptual derivado de promover y resolver conflictos conceptuales mediante la explicitación y contraste de diferentes modelos.

Cuando se empezó a considerar que la relación Alumno \leftrightarrow Contenidos no sucedía, sino era mediada por el profesor, comenzó la **Tercera Etapa** en la cual se tuvo en cuenta al profesor como mediador entre el Alumno y los Contenidos a aprender. Entonces comenzaron a tener relevancia las concepciones que el profesor tiene acerca de la ciencia y los mecanismos o procesos de aprendizaje.



El estudio de las concepciones científicas y profesionales de los profesores, es fundamental como línea de investigación. De ellas dependen los modelos de aprendizaje que, los estudiantes adquieren a lo largo de su escolaridad. Allí se juega la visión de un aprendizaje activo o pasivo.

Wittrock (1989) expresa en *La Investigación de la Enseñanza I*:

Todos los programas de investigación surgen de una determinada perspectiva, una predisposición desde la convención o la disciplina, que necesariamente ilumina una parte del campo de la enseñanza, al mismo tiempo que ignora el resto.... (p.11).

Un programa de investigación no sólo define lo que puede ser legítimamente estudiado por sus partidarios, sino que especifica también lo que necesariamente se excluye de la lista de temas permitidos. (p.12).

Principales Programas de Investigación, que estructuran el grueso de la investigación sobre la enseñanza: Investigación del Proceso-Producto, Tiempo y aprendizaje, La Cognición del Alumno y la Mediación de la Enseñanza, Ecología del Aula, El Proceso del Aula y la Investigación de la Ciencia Cognitiva, Cognición del Profesor y Toma de Decisiones

Cognición del Profesor y Toma de Decisiones

Para comprender las elecciones que los profesores hacen en clase, los fundamentos de sus decisiones y juicios respecto de los alumnos, y los procesos cognitivos a través de los cuales seleccionan y encadenan acciones que han aprendido a realizar mientras enseñan se debe estudiar sus procesos de pensamiento antes, durante y después de la enseñanza.

De acuerdo con lo formulado por Wittrock (1989): *Siguiendo a Shulman y Elstein² se distinguen tres tipos de investigación sobre la enseñanza basada en el proceso cognitivo: estudios sobre opiniones críticas y actitudes; sobre resolución de problemas y sobre toma de decisiones. Cada uno de estos tres géneros de investigación presupone una tarea diferente para los profesores y un tipo diferente de método de investigación para los investigadores. En todo caso, quizá la influencia de los modelos de investigación psicológica haya sido demasiado fuerte, porque pueden haber llevado a este programa de investigación a un punto muerto.* (p. 60)

Lo que Shulman proponía era centrar la atención en el estudio del pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura.

Existe una importante tradición de estudios y reflexiones generales sobre el conocimiento y la práctica profesional de los profesores. Este trabajo se centró en las propuestas realizadas por: Shulman (1986; 1987; 1999), Porlán Ariza (1989) y Porlán Ariza y colaboradores (1997; 1998; 2000)

Lee Shulman trabajó desde 1982 en la Facultad de Educación de la Universidad de Stanford. En 1983 dictó una Conferencia en la Universidad de Texas en Austin la cual tituló: "El paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza"; este paradigma perdido resultó ser el pensamiento del profesor sobre el contenido del tema objeto de estudio y su interrelación con la pedagogía llevada a cabo por los profesores. En 1986 publica las primeras ideas que resultan de los estudios sobre la interacción entre el contenido temático de la materia y la pedagogía;

² Shulman y Elstein (1975)

plantea que para ubicar el conocimiento que se desarrolla en las mentes de los profesores habría que distinguir tres tipos de conocimiento, que se conocen como

La Primera propuesta de Shulman:

Conocimiento sobre el contenido de la materia

Conocimiento del Curriculum

Conocimiento Pedagógico del Contenido de la materia (CPC)

Shulman estableció que en el CPC se consideraba como organizar, secuenciar y presentar el contenido para abastecer los intereses y necesidades del alumno y propuso el desarrollo de uno de los antecedentes más importante en el estudio del conocimiento profesional docente, que es su Programa de Investigación (1987) y su equipo “Desarrollo del conocimiento en la enseñanza”.

Esta investigación extiende la noción de CPC de los tres ítems señalados antes a los siguientes siete, que se conocen como

La Segunda propuesta de Shulman:

Conocimiento sobre el contenido de la materia

Conocimiento del Curriculum

Conocimiento Pedagógico del Contenido de la materia.

Conocimiento Pedagógico General, con referencia especial a aquellos principios y estrategias sobre el manejo y la organización del aula

Conocimiento de los aprendices y sus características

Conocimiento del contexto educativo

Conocimiento de las metas, objetivos y valores, y sus bases filosóficas e históricas.

Las líneas europeas

Porlán Ariza y colaboradores (1997), integrantes del grupo DIE (Didáctica e Investigación Escolar) fundador y promotor de la revista del mismo nombre y del Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar), presentaron un artículo en la Revista Enseñanza de las Ciencias, donde expresaron que el conocimiento profesional suele ser el resultado de juxtaponer cuatro tipos de saberes:

- 1- Los saberes académicos, vinculados a las disciplinas en las que se estructuran los contenidos o las ciencias de la educación; estos saberes se caracterizan por su organización y por su carácter explícito y suelen adquirirse en los estudios universitarios.
- 2- Los saberes basados en la experiencia, que son como ideas conscientes desarrolladas por los profesores en las acciones de enseñanza (cuando planifican, seleccionan recursos, evalúan o resuelven problemas de aula) los cuales a su juicio se manifiestan “...como creencias explícitas...principios de actuación, metáforas, imágenes... y son el tipo de concepciones que se comparten habitualmente entre los compañeros de trabajo y que tienen un fuerte poder socializador y relativamente orientador de la conducta profesional”
- 3- Las rutinas y los guiones de acción, que son un conjunto de esquemas tácitos que predicen el curso inmediato de los acontecimientos y la forma de abordarlos. Son esos conocimientos de sentido común que se aplican en forma automática para resolver situaciones cotidianas y que responden a creencias. Surgen cuando hay ansiedad por algo desconocido.
- 4- Las teorías implícitas, como representaciones mentales que se construyen en interacción social y se utilizan para interpretar los sucesos que ocurren y tomar decisiones.

Para el estudio de las concepciones de los profesores propusieron las siguientes categorías:

5- Imagen de ciencia

6- Modelo didáctico personal

7- Metodología de la enseñanza

8- Teoría (personal) del aprendizaje

En este estudio se seleccionaron las categorías que sirven como referente para caracterizar las concepciones y creencias de los profesores, tomando como prototipo tres de las categorías propuestas por Porlán Ariza y colaboradores; las categorías seleccionadas fueron: Imagen de ciencia, Modelo didáctico personal y Metodología de la enseñanza. Se consideró a estas tres categorías vinculadas con los siete tipos de conocimiento propuestos por Shulman, vinculación que puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Concepciones epistemológicas de los profesores y sus categorías

Shulman	Porlán
Conocimiento sobre el contenido de la materia. CPC	Imagen de ciencia.
CPC. Conocimiento Pedagógico General. Conocimiento del Currículo. Conocimiento de los aprendices y sus características.	Modelo didáctico personal.
Conocimiento Pedagógico General. CPC. Conocimientos de las metas, objetivos y valores y sus bases filosóficas e históricas.	Metodología de la enseñanza o Enfoque curricular.

A modo de hipótesis de trabajo, se supuso que:

1. Existe una determinación parcial del pensamiento del profesor sobre su quehacer en las aulas.
2. Los conceptos de los profesores acerca del aprendizaje juegan un papel importante a la hora de presentar los contenidos en el aula.
3. La visión que tienen los profesores acerca de "los contenidos" incide fuertemente en el tipo de enseñanza que desarrollan.

Los objetivos propuestos fueron:

- Identificar las concepciones predominantes en los profesores de Física relacionadas con la naturaleza de las Ciencias y la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias.
- Indagar de qué manera condiciona el pensamiento del profesor su acción didáctica en Física.

Desarrollo de la investigación

Desde el tipo de conocimiento que se pretendió obtener, se trata de una investigación descriptiva pues:

- describe los hechos observados.
- conjuga varias estrategias para recolectar información

No hay manipulación de variables, éstas se observan y se describen.

La investigación tuvo distintos momentos, en los cuales se adoptaron distintas técnicas de indagación, tanto cualitativas como cuantitativas. En este caso se trató de describir las principales modalidades de formación, de estructuración del conocimiento pedagógico de los contenidos o del arquetipo de profesor.

Contexto de investigación

Universo: Docentes de Física y de Biofísica del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires

Población: Docentes de Física y de Biofísica del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, de la Regional Avellaneda

Tipo y tamaño de la muestra: Se aplicó a quince docentes que trabajan en veinticinco cursos, distribuidos en cinco bandas horarias desde las siete de la mañana hasta las once de la noche.

Instrumentos utilizados para recolectar información

Entrevistas: se realizaron entrevistas a cuatro docentes tomados aleatoriamente en el grupo elegido. Estas entrevistas fueron semiestructuradas y flexibles, con preguntas abiertas para indagar sobre las concepciones y las creencias de los profesores en torno a la ciencia, su enseñanza y el curriculum que las potencia.

Encuestas: las encuestas contienen las tres categorías mencionadas con diez ítems o juicios a modo de afirmaciones, extraídas del Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas (INPECIP) que es un cuestionario utilizado en anteriores investigaciones y ya validado en ellas. Hace referencia a cuatro categorías distintas (imagen de la ciencia, modelo didáctico, teoría del aprendizaje y metodología de enseñanza) con catorce ítems cada una, acerca de las cuales hay que posicionarse de acuerdo a una escala de 1 a 5 (el 1 implica muy en desacuerdo y el 5 muy de acuerdo); para establecer cuánta claridad o disposición se tiene frente a estos ítems se usó la Escala Tipo Likert. La escala se llama así por Rensis Likert, que publicó en 1932 un informe describiendo su uso (SE denomina también Método de Evaluaciones Sumarias). Las respuestas son solicitadas en términos de grado, “de acuerdo” o “desacuerdo”, que el sujeto tiene con la sentencia o el juicio particular para cada categoría. La escala de tipo Likert es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios, y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación. Cuando respondemos a un elemento de un cuestionario elaborado con la técnica de Likert, lo hacemos especificando el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración (enunciado, proposición, elemento, ítem o reactivo).

Hay que hacer una distinción importante entre escala de tipo Likert y elemento de tipo Likert. La escala es la suma de las respuestas de los elementos del cuestionario. Los elementos de tipo Likert van acompañados por una escala visual análoga (p.ej., una línea horizontal, en la que el sujeto indica su respuesta eligiéndola con un círculo); a veces se llama escalas a los elementos en sí mismos. Esta es la razón de muchas confusiones y es preferible, por tanto, reservar el nombre de escala de tipo Likert para aplicarlo a la suma de toda la escala, y elemento de tipo Likert para referirse a cada elemento individualmente.

El formato de un típico elemento de Likert con 5 niveles de respuesta sería, por ejemplo:

Afirmación: Me gusta el cine:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

La escala de Likert es un método de escala bipolar que mide tanto el grado positivo como negativo de cada enunciado.

Observaciones: para las observaciones se diseñó una ficha o guía de observación de la práctica profesional de los profesores, con varias opciones referidas a matriz de la clase, organización, actitud del docente, tipo de discurso, aprovechamiento o no de divergencias; es decir, según el desempeño del profesor en función de las categorías a analizar. Se observaron las clases de los docentes entrevistados en forma continua y alternada

Cuaderno de notas: en este cuaderno así denominado se volcaron los comentarios que se dieron entre los docentes en distintos momentos de su quehacer diario.

Análisis de resultados

El análisis de resultados respecto de la información obtenida con los instrumentos mencionados se realizó considerando el marco teórico propuesto constituido por:

- El enfoque constructivista de la ciencia.
- El Modelo Cognitivo.
- Las propuestas de Shulman y Porlán

Para las entrevistas se realizó un análisis del contenido generado en las mismas, siguiendo los pasos indicados por Bardin (1977) y Stubbs (1983):

- 1- Transcripción.
- 2- Redacción y categorización de las unidades funcionales.
- 3- Elaboración de constructos hipotéticos:

Se realizaron además cuadros que comparan las respuestas de cada docente para cada pregunta.

Comentarios y Encuestas

Para las encuestas el análisis se sustentó en tablas y gráficos sobre la Imagen de ciencia, el modelo didáctico personal y la metodología la enseñanza que tienen los docentes de la muestra. La información obtenida por medio de las encuestas, considerando los quince docentes, los diez ítems y las cinco opciones de la Escala Likert se volcó en gráficos de barras Excell. En la **Categoría Imagen de ciencia** que se vincula con el conocimiento que Shulman denomina Conocimiento del contenido de la materia, que se refiere a la cantidad y organización de conocimientos del tema en la mente del profesor, se usó la encuesta que se indica en la Tabla 2, cuyos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Modelo de encuesta para la investigación

ITEMS	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Indeciso
El conocimiento científico es la forma de conocimiento objetiva y correcta.					
Las afirmaciones científicas son provisionarias y contextualizadas.					
La eficacia y objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías.					
El conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tienen los seres humanos para plantear problemas e imaginar posibles soluciones.					
El progreso científico se caracteriza por la continuidad y conservación de las ideas sobre el mundo.					
El científico no debe actuar bajo la influencia de teorías previas sobre el programa investigado.					
El conocimiento científico es fruto de la interacción entre el pensamiento y la realidad.					
Las ciencias son una tradición cambiante de lenguajes y metodologías.					
Los conceptos de las ciencias son construcciones que luego se contrastan con la realidad.					
En la observación de la realidad es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador.					

Tabla 3. Resultados de las encuestas para la investigación

ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Totalmente de Acuerdo	1	6	0	3	0	2	1	0	0	4
De Acuerdo	8	6	7	9	1	3	13	6	10	10
En Desacuerdo	4	3	6	1	13	9	1	6	3	1
Totalmente en Desacuerdo	2	0	1	0	1	1	0	3	2	0
Indeciso	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0

En esta Categoría se consideraron dos tendencias básicas en Filosofía de la ciencia, una de tipo no constructivista (vinculada con la clasificación de Porlán con Empirismo y Racionalismo) ítems: 1, 3, 5, 6 y 9 y otra de tipo constructivista (vinculada con la clasificación de Porlán con Relativismo moderado, Constructivismo y Evolucionismo) ítems: 2, 4, 7, 8 y 10.

A modo de ejemplo se seleccionaron los ítems 1 y 2, en los que se manifiesta una contradicción entre las concepciones predominantes, pues la mayoría, (53 + 7) %, está de acuerdo con que el conocimiento científico es la forma de conocimiento objetiva y correcta, y también la mayoría, (40 + 40) %, cree que el conocimiento científico es un conocimiento que se hace en la práctica, que la manera de aproximarse a un problema es la científica, que está en permanente construcción, que no es objetiva y que es discutible. Se inclinan por una posición constructivista de la ciencia, como condicionada social e históricamente, pero no pueden dejar de considerar al conocimiento científico como algo absoluto.

El trasfondo absolutista que está presente tanto en la visión empirista como en la racionalista de la ciencia (es decir, tanto en lo que los profesores suelen pensar como en lo que suelen hacer) es desde nuestro punto de vista el obstáculo más potente para el desarrollo de una epistemología constructivista. La visión del conocimiento científico como algo absoluto, objetivo, acabado, descontextualizado y neutral es el obstáculo epistemológico; el núcleo duro de las concepciones, que impide considerar el conocimiento disciplinar (y el conocimiento profesional) como un conocimiento epistemológicamente diferenciado y no como una reproducción enciclopédica, fragmentada y simplificada de las disciplinas, y el conocimiento de los alumnos como un conocimiento alternativo (y no como errores a reemplazar por el significado correcto).

En la **categoría Modelo didáctico personal**, que se vincula con los conocimientos que Shulman denomina: Conocimiento Pedagógico General, Conocimiento del curriculum y Conocimiento de los aprendices y sus características, se usó la siguiente que se muestra en la Tabla 4; en la Tabla 5 se indican sus resultados.

Tabla 4. Modelo de encuesta para la categoría modelo didáctico personal

ITEMS	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Indeciso
El profesor, al programar, debe planificar con todo detalle las tareas a realizarse en clase por él y por los alumnos, para evitar la improvisación.					
La didáctica debe definir las normas y principios que guíen y orienten la práctica educativa.					
Los alumnos no deben intervenir directamente en la programación y evaluación de la actividad de su clase.					
La didáctica pretende describir y comprender los procesos de los aprendizajes que se dan en las aulas.					

Los objetivos organizados y jerarquizados según, su grado de dificultad deben ser el instrumento esencial que dirija la práctica educativa.										
El objetivo básico de la didáctica es definir las técnicas más adecuadas para una enseñanza de calidad.										
La didáctica propone organizar los contenidos de la materia según el grupo de alumnos.										
Hay ciertos contenidos de Física que todos los estudiantes deberían conocer al aprobar un curso de la materia.										
Sobre los contenidos a enseñar los alumnos carecen de ideas al respecto.										
Los conocimientos escolares no deben diferenciarse del conocimiento científico.										

Tabla 5. Resultados de las encuestas para la categoría modelo didáctico personal

ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Totalmente de Acuerdo	0	0	0	1	2	2	1	2	0	0
De Acuerdo	4	10	8	6	6	7	3	12	2	3
En Desacuerdo	10	2	6	4	5	3	7	1	11	11
Totalmente en Desacuerdo	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Indeciso	0	3	1	4	2	3	4	0	0	0

En esta categoría se consideran dos tendencias: una tradicional, ítems: 2, 4, 6, 7 y 8, y una alternativa al modelo tradicional, ítems: 3, 1, 5, 9 y 10; se presentaron 10 ítems vinculados con estas dos tendencias y al calcular los porcentajes se obtiene que el 35% está de acuerdo con los ítems de la primera tendencia y casi el 60% está de acuerdo con los ítems de la segunda.

Del análisis surge que, si bien la mayoría de los docentes encuestados está de acuerdo con la posición alternativa al modelo tradicional, posición que relativiza el papel de los contenidos científicos como única fuente de conocimiento escolar; no es menor la cantidad de profesores que se aferra a la posición del modelo tradicional, donde es suficiente el conocimiento por parte del profesor para luego transmitirlo a los alumnos a los que hay que iluminar. Como son profesores universitarios, creen que alguien que sabe bien Física es adecuado para enseñarla, y que es suficiente el conocimiento por parte del profesor. Desdeñan la planificación, pero sin embargo admiten fuertemente el carácter normativo y regulador de la Didáctica, área que desconocen.

En la **Categoría Metodología de la enseñanza**, que se vincula con los conocimientos que Shulman denomina Conocimiento pedagógico general, CPC (Conocimiento Pedagógico del Contenido) y Conocimiento de las metas, objetivos y valores y sus bases filosóficas e históricas, se procedió en forma similar, siendo los ítems: 1, 2, 4, 5 y 10 los que se refieren a una Metodología de Tipo Tradicional y los otros ítems los que se refieren a una Metodología Alternativa al Modelo Tradicional. En los ítems se incluyeron algunos vinculados con las subcategorías Contenidos (Ítems: 2 y 10); Metodología (Ítems: 3, 7, 8 y 9) y Evaluación (Ítems: 1, 4, 5 y 6). Se usó la encuesta que se muestra en la Tabla 6, con los resultados indicados en la Tabla 7.

Tabla 6. Modelo de encuesta para la categoría metodología de la enseñanza

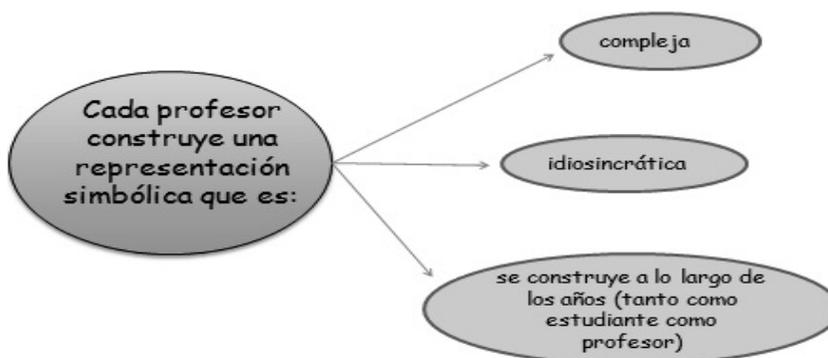
ITEMS	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Indeciso
La evaluación debe centrarse en medir el nivel alcanzado por los alumnos respecto a los objetivos previstos.					
Tener en cuenta la diversidad de los alumnos a la hora de impartir ciencias perjudica a los alumnos más capacitados.					
Cada profesor construye su propia metodología para la enseñanza de las ciencias.					
En nuestras aulas no es posible hacer un seguimiento diario e individual de cada alumno.					
Las pruebas de evaluación deben ser preparadas individualmente por cada profesor, pues es quien conoce su clase.					
Uno de los objetivos más importantes de la evaluación es conseguir que cada alumno sea conciente de sus dificultades					
En la clase de ciencias es conveniente que los alumnos trabajen formando equipos.					
La realización de problemas en clase es la mejor alternativa al método magistral de enseñanza.					
El aprendizaje de las ciencias basado en el trabajo con el libro de texto no motiva a los alumnos.					
Para enseñar ciencias es necesario explicar detenidamente los temas para facilitar el aprendizaje de los alumnos.					

Tabla 7. Resultados de las encuestas para la categoría metodología de la enseñanza

ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Totalmente de Acuerdo	1	0	0	0	0	2	4	1	0	0
De Acuerdo	8	2	11	10	6	4	11	5	6	8
En Desacuerdo	3	9	2	3	7	4	0	6	5	6
Totalmente en Desacuerdo	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0
Indeciso	3	3	2	2	1	4	0	1	4	1

En esta categoría calculando porcentajes se tiene 47% para la primera tendencia y 59% para la segunda tendencia.

El proceso de sistematización y análisis generó inferencias y juicios de valor en torno a las categorías mencionada y en torno a las concepciones de los profesores respecto de ellas, por lo tanto puede decirse que:



Estas representaciones oscilan entre un negro, un blanco y toda una escala de grises respecto de:

- Conocimiento científico: Verdadero y absoluto- Relativo y temporal.
- Modelo didáctico: No Constructivista- Constructivista.
- Metodología de la enseñanza: Tradicional- No tradicional

Conclusiones

De acuerdo con el análisis realizado se arribó a las siguientes conclusiones, respecto de las concepciones de los profesores de Física:

- Las concepciones se diferencian en calidad y riqueza, en función del conocimiento de la Física que los profesores poseen, así como de la experiencia docente.
- Los profesores creen fuertemente en la trasmisión de saber. A pesar de predicar la necesaria autonomía de los estudiantes, insisten en la necesidad de explicar cada tema in extenso.
- Algunas veces “retan” a sus estudiantes porque no estudian por su cuenta, pero en general en las aulas temen que si el tema “no se dio” (por ellos) los estudiantes no lo pueden entender.
- El docente F cree que sus alumnos aprendieron cuando él fue claro. Con este discurso sostiene prácticas escolares de principios de siglo, prácticas ineficientes que no producen cambios en el aprendizaje de los alumnos.
- Sostienen que los saberes que deben aprender los alumnos son versiones “reducidas” del saber científico. No distinguen al saber académico del saber escolar.
- La tarea de los alumnos es escuchar y aprender (Coherentemente con su modelo didáctico).
- Los alumnos se manifiestan satisfechos con estas visiones y las refuerzan.

Recomendaciones

- Investigar un determinado concepto para mostrar una visión contextual de la Física desde el pensamiento del profesor
- Recopilar, cotejar e interpretar los conocimientos prácticos de los docentes con el fin de crear una bibliografía de casos.

Sugerencias

Además de poseer un conocimiento de la disciplina y un conocimiento de didáctica, los profesores deben disponer de tiempo para debatir ideas con sus colegas, participar en el desarrollo profesional e investigar sobre la enseñanza y el aprendizaje

Referencias

- AUSUBEL, D. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- BARDIN, L. (1977) *Análisis del Contenido*. Editorial Akal. Madrid.
- BRUNER, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, M. A Belknap Press of Harvard University Press.
- CARAVITA, S.; HALLDEN, O. (1994) *Re- framing the problem of conceptual change*. *Learning and Instruction* 4, 89-111.
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEIN, A. (1989) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata-MEC
- GAGNÉ, R. (1971) *Las Condiciones del Aprendizaje*. Ed. Aguilar, Madrid.
- HILL, W. (1966). *Teorías Contemporáneas del Aprendizaje*. Biblioteca del hombre contemporáneo. Editorial Paidós. Buenos Aires
- PIAGET, J. (1967) *Psychologie de l'enfant*. Presses Universitaires de France. París.

- PORLÁN ARIZA, R. (1989). Teoría del conocimiento, Teoría de la Enseñanza y Desarrollo Profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- PORLÁN ARIZA, R.; RIVERO GARCIA, A.; MARTIN DEL POZO, R. (1997) *Conocimiento Profesional y Epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos*. Enseñanza de las Ciencias, 15 (2).
- PORLÁN ARIZA, R.; RIVERO GARCIA, A.; MARTIN DEL POZO, R. (1998). *Conocimiento Profesional y Epistemología de los profesores II: Estudios Empíricos y Conclusiones*. Enseñanza de las ciencias, 16 (2).
- PORLÁN ARIZA, R; GARCIA PEREZ, F. (2000). *El Proyecto IRES*. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona N° 205.
- POZO, J. I. (1992). *El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos*, en “Los contenidos en la reforma, enseñanza de conceptos, procedimientos y actitudes”. Editorial Santillana. Madrid.
- POZO, J. I. (1999). *Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica*. Enseñanza de las ciencias. Número extra.
- SHULMAN, L.; ELSTEIN, A. (1975). *Studies of problem solving, judgment, and decision making: Implications for educational research*. En F. N. Kerlinger (Ed), Review of research in education (Vol 3) Itasca, IL: F. E. Peacock.
- SHULMAN, L. (1986). *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. Educational Researcher, 15 (2), 4-14. Este trabajo se recoge como Cap. 6 del libro: Shulman (2004) *The wisdom of Practice. Essays on Teaching, learning, and learning to Teach*, San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- SHULMAN, L. (1987). *Knowledge and Teaching: foundations of the New Reform*. Harvard Educational Review. 57: 1-22.
- SHULMAN, L. (1999). Foreward. In J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- STRIKE, K.; POSNER, G. (1985). *Conceptual Change View of Learning and Understanding*. En Pines & West Cognitive Structure and Conceptual Change. Academic Press, 211-232.
- STUBBS, M. (1983). *Discourse Analysis: The sociolinguistics Analysis of Natural Language*. Chicago: Chicago University Press.
- VIGOTSKY, L. (1985) *Pensamiento y lenguaje*. Pléyade, Buenos Aires.
- VOSNIADOU, S. (1994). *Capturing and Modeling the Process of Children's Mental Models of Conceptual Change*. In S. Vosniadou (Guest Editor), Special Issue on Conceptual Change, Learning and Instruction, 4, pp. 45-69.
- WITTRÖCK, M. (1989). *La investigación de la enseñanza*. Editorial Paidós. Barcelona-Buenos Aires-México.

EL USO DEL BLOG EN LA ENSEÑANZA A ADOLESCENTES COMO HERRAMIENTA ALTERNATIVA COMPLEMENTARIA EN LA MODALIDAD PRESENCIAL

María Noel Pellizzon

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Av. Ramón Franco 5050
(1874) Villa Dominico, Provincia de Buenos Aires, Argentina
Correo electrónico: mnpellizzon@hotmail.com

Recibido el 8 de agosto de 2012; aceptado el 26 de noviembre de 2012

Resumen

Este trabajo tiene como objetivos explorar el potencial de los edublogs como herramienta complementaria alternativa en la enseñanza a adolescentes, analizar la concepción de aprendizaje significativo, estudiar las relaciones de comunicación en el aula virtual e identificar los beneficios del blog educativo como promotor de una educación integral del alumno adolescente. La hipótesis que promueve esta investigación es que el uso del blog en la enseñanza a adolescentes se perfila como una herramienta complementaria alternativa de la clase presencial. Se provee una síntesis sobre las distintas teorías de aprendizaje que pueden realizar un aporte interesante a la propuesta de enseñanza-aprendizaje, ya sea en una clase presencial o en un edublog. Luego se introducen lineamientos guía para crear y utilizar edublogs dentro del marco teórico presentado. La última sección consiste en un estudio de caso realizado en un Colegio bilingüe de la Ciudad de Buenos Aires. Este trabajo exploratorio se llevó a cabo aplicando una triangulación metodológica. Se efectuó una recolección de datos primarios para lo cual se diseñaron instrumentos de medición. Se presentan los datos obtenidos, el análisis de los mismos y las conclusiones sobre el trabajo realizado.

Palabras clave: Sociedad de la información – Competencias - Aprendizaje significativo - Educación integral - Edublogs

Abstract: This work aims to explore the potential of edublogs as an alternative complementary tool in teaching adolescents, analyse the concept of meaningful learning, study the relationships of communication in the classroom and identify the benefits of the edublog in promoting an adolescent student's comprehensive education. The hypothesis driving this research is that the use of blogs in teaching adolescents is emerging as a complementary alternative to presential classes. This work provides an overview on the various theories of learning that can make an interesting contribution to the teaching-learning process, either in a classroom or on a class Edublog. Guidelines are then introduced to create and use edublogs within the theoretical framework presented. The last section consists of a case study in a bilingual school in Buenos Aires. This exploratory study was carried out using a triangulation methodology. Measuring instruments have been designed for primary data collection. The data, its analysis and conclusions on work performed are presented.

Key words: Information society – Competences - Meaningful learning - Comprehensive education - Edublogs.

Introducción

La enseñanza a adolescentes en la Argentina tiene lugar en medio de una gran ausencia o ineficacia de políticas educativas orientadas a proveer un marco de referencia común y acciones efectivas de gestión:

“El funcionamiento en apariencia normal de las instituciones educativas tiende a ocultar los problemas de fondo que se presentan dentro de ellas. La institución escolar se preocupa persistentemente por mantener las formas y rituales tradicionales. Sin embargo, la escuela es cada vez más una institución vacía, constituida por gestos, formas, certificaciones y constancias formales que se corresponden cada vez menos con la apropiación efectiva de conocimientos, capacidades o actitudes” (UNICEF, 2006, p. 33)

Entre otros factores, el enfrentamiento de distintas corrientes metodológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la falta de consenso entre los diferentes protagonistas de la educación, sumados a la tradicional apatía de los estudiantes adolescentes, que parece haberse ido intensificando en el tiempo, perfilan un panorama educativo que resulta realmente poco alentador. Paralelamente, la transformación de un modelo de sociedad industrial hacia la sociedad de la información presenta un nuevo panorama social, político, económico y cultural. La digitalización de la información basada en la utilización de tecnología informática es la gran revolución técnico-cultural del presente. (Area Moreira, 2009)

Se torna innegable el impacto que la tecnología tiene en la sociedad, especialmente en los adolescentes. Las tecnologías de la información ya están siendo parte de un proceso vertiginoso de digitalización de un gran número de las experiencias cotidianas: correo electrónico, mensajería instantánea, chat, etc. convirtiéndose en testigos de cómo las distinciones entre el mundo real y el mundo virtual se comienzan a desdibujar. (Amoedo, 2006)

La globalización en la sociedad de la información presenta desafíos importantes para el presente, pero más aún para el futuro: la multidisciplinariedad de la investigación, la actualización continua de información ante la velocidad de aparición de nuevos contenidos, la necesidad de contar con una concepción integradora del aprendizaje según la cual la internalización de los contenidos científico-tecnológicos, se produzca en un contexto humano y social en el marco de variables económicas y éticas (González Perez, 2010). Resulta así inminente adaptarse con rapidez a los cambios que se sucedan:

“La nueva demanda en educación es la de una formación general de alta calidad, abstracta, abarcadora, de trabajo en equipo y de aprendizaje continuo. Estas competencias requeridas para un desempeño en el mundo del trabajo son cada vez más coincidentes con las necesarias para el desempeño de la participación ciudadana”. (UNICEF, 2006, p. 33)

Emerge así una concepción dinámica de la construcción del conocimiento significativo en forma colaborativa; es decir, la elaboración del conocimiento como resultado de un constante intercambio cognitivo- social.

En este contexto, el uso del blog en la enseñanza a adolescentes aparece como una herramienta alternativa complementaria de la clase presencial no sólo para atraer el interés de los adolescentes, sino para garantizar una educación que logre desarrollar competencias informáticas y capacidades integrales de reflexión crítica ante el alud de información.

Educación en y para la Sociedad de la Información

Ser ciudadano de la Sociedad de la Información y del Conocimiento requiere ser capaz de buscar, recuperar y producir información; y de comunicarse en la Web con total autonomía. De hecho, el Parlamento de la Comunidad Europea (2006) estipula ocho competencias básicas (key competences) para el aprendizaje a lo largo de la vida, con las que

a su entender, debería contar todo individuo para alcanzar su desarrollo personal, manifestarse como ciudadano activo, lograr la inclusión social y conseguir un buen empleo en la sociedad de la información. El propósito es que el individuo desarrolle competencias personales y profesionales que le permitan capacitarse en forma continua a lo largo de la vida e integrarse exitosamente a esta nueva sociedad. Dichas competencias son:

- Comunicación en la lengua materna
- Comunicación en lenguajes extranjeros
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- Competencia digital
- Capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida
- Competencias sociales y cívicas
- Sentido de iniciativa y emprendimiento
- Concientización cultural

Estas competencias se encuentran presentes en los objetivos planteados en la Ley de Educación Nacional N° 26.206, promulgada el 27 de diciembre de 2006. El capítulo IV (Artículo 30) señala entre los fines y objetivos de la política educativa nacional:

- “Garantizar una *educación integral* que desarrolle todas las dimensiones de la persona y habilite tanto para el desempeño social y laboral, como para el acceso a estudios superiores”.
- “Brindar una *formación ciudadana comprometida* con los valores éticos y democráticos de participación, libertad, solidaridad, resolución pacífica de conflictos, respeto a los derechos humanos, responsabilidad, honestidad, valoración y preservación del patrimonio natural y cultural”.
- “Fortalecer la identidad nacional, basada en el *respeto a la diversidad cultural* y a las particularidades locales, abierta a los valores universales y a la integración regional y latinoamericana”.
- “Concebir *la cultura del trabajo* y del *esfuerzo individual y cooperativo* como principio fundamental de los procesos de enseñanza-aprendizaje”.
- “Desarrollar las capacidades y ofrecer *oportunidades de estudio y aprendizaje necesarias para la educación a lo largo de toda la vida*”.
- “Fortalecer *la centralidad de la lectura y la escritura*, como condiciones básicas para la educación a lo largo de toda la vida, la construcción de una ciudadanía responsable y la libre circulación del conocimiento”.
- “Promover el aprendizaje de saberes científicos fundamentales para comprender y *participar reflexivamente en la sociedad contemporánea*”.

También, el capítulo IV de dicha ley, referido a la Educación Secundaria ratifica el rumbo de acción al indicar como objetivos:

- “Brindar una formación ética que permita a los/as estudiantes desempeñarse como *sujetos conscientes* de sus derechos y obligaciones, que practican el pluralismo, la cooperación y la solidaridad, que respetan los derechos humanos, rechazan todo tipo de discriminación, se preparan para el ejercicio de la ciudadanía democrática y preservan el patrimonio natural y cultural”.
- “Formar *sujetos responsables*, que sean capaces de utilizar el conocimiento como herramienta para comprender y transformar constructivamente su entorno social, económico, ambiental y cultural, y de situarse como *participantes activos/as* en un mundo en permanente cambio”.
- “Desarrollar y consolidar en cada estudiante *las capacidades de estudio, aprendizaje e investigación, de trabajo individual y en equipo, de esfuerzo, iniciativa y responsabilidad*, como condiciones necesarias para el acceso al mundo laboral, los estudios superiores y la educación a lo largo de toda la vida”.

De las competencias y objetivos enumerados se desprende la urgente necesidad de trabajar en pos de una educación que garantice una formación integral del individuo adolescente.

Los cambios de la Web 2.0 y sus implicancias educativas

Richardson (2010, p. 6) expresa que éstos “no son tiempos fáciles para un educador” y que “hemos sido muy lentos en reaccionar frente un mundo que está cambiando”. Es innegable la transformación de la sociedad del papel (page-based society) a la sociedad de la pantalla (screen-based society) (Kist, 2010, p.2) y es claro el impacto que los cambios sociales y tecnológicos actuales están teniendo en todos los ámbitos, incluyendo al campo educativo, permeando la relación docente- alumno y la forma de aproximación al objeto de estudio.

Son frecuentes los comentarios por parte de docentes de instituciones educativas de nivel secundario sobre la falta de interés en aprender que manifiestan sus alumnos. En general, se observa que en verdad el adolescente “no quiere aprender” lo que la escuela enseña, pero sí quiere aprender. “El potencial creativo de los alumnos estaría generalmente reprimido por el estilo de educación recibida...” (Perez Lindo, 2004, p 121). Prensky (2001) sostiene al respecto que la principal causa del deterioro de la educación en los Estados Unidos es el hecho de que los alumnos han cambiado radicalmente y que los estudiantes de hoy ya no son aquellos para los que el sistema educativo fue diseñado. Y afirma que esto es consecuencia de la llegada y rápida diseminación de la tecnología digital. El autor, quien acuñó la expresión “Nativo Digital” (*digital native*), explica que los estudiantes de hoy son hablantes nativos del lenguaje digital de las computadoras, video juegos e Internet.

Los integrantes de esta generación Red o “Net Generation” (Oblinger y Oblinger, 2005) o “Millennials” (Zanoni, 2008, p. 198) han nacido inmersos en la tecnología digital. Se sienten verdaderamente identificados con el resultado de esta transformación de una cultura impresa a otra multimedial-digital. Entre las características que se corresponden con el perfil de los “nativos digitales” se puede mencionar que:

- Se sienten atraídos por la tecnología, que les brinda entretenimiento, información y comunicación.
- Han adoptado la tecnología como parte de sus vidas: utilizan computadoras, celulares, reproductores de audio y video digitales, etc.
- Incorporan el material multimedial con mayor rapidez que el impreso.
- Tienen capacidad para captar información en forma simultánea de múltiples fuentes y realizar varias tareas simultáneamente.
- Manifiestan dificultad para mantener la atención en un único objeto por períodos prolongados.
- Valoran la instantaneidad de respuesta.
- Poseen un mayor nivel de decodificación visual.
- Navegan en la Web con fluidez.
- Prefieren la hipertextualidad a lo lineal.
- Admiran a Google.
- Tienen blogs personales.
- Son los primeros en probar y adoptar cada nueva tecnología que surge.
- Tienen a no consumir medios tradicionales: bajan películas, música, ven televisión por www.YouTube.com.
- Son inteligentes, creativos y emprendedores.
- Están acostumbrados a horarios flexibles.
- Dan a Internet múltiples usos: chateo, visita de blogs y fotoblogs ajenos, actualización de los propios etc.

- Tienen amigos virtuales que no conocen personalmente. (Zanoni, 2008).
- Su medio de comunicación favorito son los SMS.
- Tienen a rechazar los modos tradicionales de exposición de contenidos por parte del profesor.
- Utilizan con facilidad el software disponible.

Es importante tener en cuenta que en la actualidad, los programas educativos del modelo tradicional argentino no contemplan las características propias de los “nativos digitales” de las aulas del nivel secundario. El sistema educativo actual, paradójicamente, continúa requiriendo la realización de exámenes individuales, generalmente dirigidos al profesor.

El aula de la Web 2.0, no sólo es una Red de transferencia de información, sino que es una Web de aprendizaje colaborativo e individual y requiere una participación activa por parte de educadores y alumnos, para poder crear un nuevo escenario educativo que sea parte constitutiva de un mundo permeado por los avances tecnológicos y de una Red en constante crecimiento.

¿Qué es aprender en la Sociedad de la Información y del Conocimiento?

Aprender en la Sociedad de la Información ya no es acumular “saberes” sino ser capaz de reflexionar, discriminar y utilizar esos conocimientos. Se presenta la necesidad de un cambio de paradigma pedagógico; un paradigma centrado en el aprendizaje más que en la enseñanza (Casado, 2011).

Tiscar (2007, p.1) explica que en el nuevo paradigma educativo es necesario “aprender a aprender”, ya que el aprendizaje no está limitado a un espacio y tiempo determinado por lo que “exige mantener cierta capacidad de aprendizaje a lo largo de toda la vida (lifelong learning)” Desde esta perspectiva, el objetivo del educador es enseñar a los adolescentes, futuros ciudadanos de la sociedad del conocimiento, a convertirse en “aprendices autónomos, independientes y autorregulados” (Díaz Barriga, n.d., p. 1)

Esta concepción del aprendizaje responde a una postura constructivista de la adquisición de conocimientos en la que los conceptos no son transmitidos del docente al alumno, sino que son “concebidos” o elaborados por éste último (Steffe y Gale, 1995)

Teorías Pedagógicas y sus Concepciones de Enseñanza-Aprendizaje

El objeto de esta sección es proveer una síntesis sobre las distintas teorías de aprendizaje que, de alguna manera, pueden realizar un aporte interesante a la propuesta de enseñanza-aprendizaje, ya sea en una clase presencial o en un edublog. Beatty (2003, p. 91) define al constructivismo como corriente pedagógica de la siguiente manera:

“El constructivismo es un modelo humanístico que difiere radicalmente del conductismo, sugiere que el aprendizaje es un proceso mediante el cual el individuo que aprende construye sus propias ideas o conceptos haciendo uso de su propio conocimiento y experiencias. Tiene mayor control y responsabilidad sobre lo que aprende y depende de sus esquemas mentales para seleccionar y transformar la información, crear hipótesis y tomar decisiones.”

Bajo este enfoque constructivista del aprendizaje se inscriben los aportes de la psicología cognitiva, la teoría piagetana, la teoría ausubeliana de asimilación y la psicología sociocultural vyotskiana, entre otras.

La **psicología cognitiva** surge por desacuerdo con el conductismo, ya que ésta no consideraba a los procesos psíquicos como objeto de investigación (Freiría, 1999, p.164) Esta teoría plantea la analogía entre la mente y una PC, para enfatizar la existencia de los procesos internos que ocurren en la psiquis del individuo durante el proceso de aprendizaje.

La **teoría piagetana o psicología genética** (Piaget, 1970, citado por Freiría, 1999, p. 107) “...estudia estructuras del desarrollo psíquico, teniendo en cuenta su génesis y evolución”. Su

paradigma gira en torno a la inteligencia y se aplica a niños y adolescentes. La relación individuo-medio es vista desde una postura interaccionista dialéctica (Freiría, 1999). Piaget se refiere a tres estadios, cada uno de ellos definido por un tipo dominante de estructura cognoscitiva particular. Ellos son:

Primer estadio: Sensoriomotor

Segundo estadio: De las representaciones

Tercer estadio: De las operaciones formales. Es precisamente durante este tercer estadio que el adolescente puede ir más allá de la experiencia; posee razonamiento “proposicional, hipotético-deductivo y puede interrelacionar proposiciones” (Freiría, 1999, p. 320).

Ausubel es el creador de la **teoría del aprendizaje significativo**. Esta teoría busca promover el aprendizaje significativo y la comprensión en lugar del aprendizaje memorístico. Ésta significatividad sólo encuentra lugar en la relación de los nuevos conocimientos con los conocimientos que el sujeto que aprende ya posee. Cuando se produce esta asociación, la información almacenada cambia de alguna manera. Este proceso es denominado por Ausubel “diferenciación progresiva”. (Mendez, 2006, p. 14)

Por su parte la **teoría vygotskiana** aporta un enfoque socio-constructivista. Vygotski (1978; citado por Beatty (2003, p. 57) presenta una psicología del desarrollo fundada en la actividad y la interacción y orientada al aprendizaje: “Cada función en el desarrollo cultural...” del individuo “...ocurre dos veces: primero, en el nivel social, y después, en el nivel individual; primero, entre las personas (interpsicológica) y luego dentro...” del individuo “...(intrapsicológica). Esto se aplica del mismo modo a la atención voluntaria, la memoria lógica, y la formación de conceptos. Todas las funciones más elaboradas se originan como verdaderas relaciones entre los individuos”.

Las **teorías de las inteligencias múltiples** de Howard Gardner y la **Educación holística** hacen lo propio, destacando el rol integrador de la educación en cuanto al desarrollo de las capacidades/ inteligencias del individuo en el proceso de construcción del conocimiento. Gardner presenta en su teoría de las inteligencias múltiples una visión totalmente diferente de la mente, que quiebra la visión tradicional de la escuela: “Es una visión pluralista de la mente, identificando diferentes facetas de cognición y reconociendo que el individuo tiene diferentes fortalezas cognitivas y contrastando estilos cognitivos. Introduzco el concepto de una escuela centrada en el individuo que tome esta visión multifacética de la inteligencia del individuo seriamente” (Gardner, 2006, p. 5).

Su teoría sugiere que la noción tradicional de inteligencia, basada en el I.Q. test (Intelligence Quotient test) es muy limitado. Gardner propone ocho inteligencias diferentes, en las que se contempla un rango más amplio del potencial humano, a saber: lingüística (capacidad de expresarse en forma oral o escrita en forma efectiva), lógico-matemática (capacidad numérica y de razonamiento lógico), espacial (capacidad de pensar en tres dimensiones: comprensión de imágenes, esquemas, planos, etc.), corporal-cinestésica (capacidad de utilizar el cuerpo en la expresión de ideas y sentimientos: coordinación, destreza, etc.), musical (capacidad de poseer una especial sensibilidad para la música), intrapersonal (capacidad de observación e interpretación de uno mismo), interpersonal (capacidad de observación y percepción de los demás), naturalista (capacidad de observación y percepción de la naturaleza).

Gardner sostiene que la inteligencia lingüística y lógico-matemática son las que más atención reciben en el contexto educativo formal en la actualidad. Propone entonces valorar otras inteligencias que merecen igual atención y que contribuyen a enriquecer el mundo.

Por su parte, el enfoque holístico sostiene que cada una de las corrientes psicopedagógicas tiene algo que aportar y que pueden conformarse en “una propuesta unificada si se considera que cada una atiende y se centra en una o más dimensiones de la naturaleza humana”. (Gonzalez Garza, 2009, p. 170) Esta teoría del aprendizaje propone el aprendizaje colaborativo en lugar del competitivo, la utilización de experiencias reales que resulten

significativas al estudiante y las fuentes auténticas en lugar de textos. Además, alienta la reflexión y la participación dejando de lado la pasividad y la memorización de hechos. (Smith, 2000)

A partir de las contribuciones de estas teorías de aprendizaje se intenta brindar al estudiante adolescente un nuevo espacio socio-virtual donde cuente con oportunidades de aprendizaje que favorezcan la formación del individuo como un todo integrado y propicien la aplicación de los saberes adquiridos en el “aula” a la resolución de problemas reales. La significatividad de los contenidos potencia el conocimiento del mundo físico y social del entorno, favoreciendo el crecimiento personal e interpersonal. La Tabla 1, comparativa de entornos de aprendizaje de García y colaboradores (2007) esquematiza la evolución de un modelo clásico a un nuevo modelo que responda a las necesidades de los estudiantes adolescentes actuales.

Tabla1. Evolución desde un modelo clásico a un nuevo modelo

Entorno	Modelo clásico	Nuevo modelo
Conocimiento y aprendizaje	Estructurado, controlado	Adaptable, dinámico
Teoría de aprendizaje	Conductismo, cognitivismo	Constructivismo social, colectivismo
Comunicación	Uno a muchos	Muchos a muchos
Pedagogía	Aprendizaje lineal	Nuevos ambientes
	Enseñanza memorística	Construcción social del conocimiento
	Centrado en el profesor/contenido	Centrado en el desarrollo del alumno
	Gestionado por el profesor	Gestionado por el alumno
	Profesor transmisor	Profesor mediador
	Organizado en clases y asignaturas	Basado en actividades y experiencias
	Competición e individualismo	Participación y colaboración

La nueva Web 2.0 brinda una herramienta fundamental al plano educativo al permitir anteponer la concepción de aprendizaje a la de enseñanza, alterando el foco de interés y transgrediendo el concepto formal-tradicional de aprender (Carreras Plaza, 2004).

¿Qué es el edublog?

La Web de la lecto-escritura ofrece al campo de la didáctica y la pedagogía el potencial de los edublogs como herramientas educativas. El término “edublog” (blog educativo) surge de combinar las palabras “blog” y “educación”. Desde la perspectiva constructivista, se puede afirmar que tanto la educación como los blogs constituyen procesos de construcción del conocimiento (Tiscar, 2007). El blog, también denominado weblog o bitácora, es según García Aretio (2005, p. 53): “...un espacio de comunicación asíncrona, generalmente pensado para mostrar el pensamiento escrito, aunque también se pueden exhibir fotos (fotoblog), gráficos y dibujos (drawnblog), secuencias de audio (audioblogs) o de video (videoblogs)”

Saez Vacas (2005; citado por Tiscar, 2007, p. 3), lo define como “...una conversación interactiva durante un viaje por el conocimiento” ; mientras que Cervera (citado por Cerezo, 2006, p. 12) afirma que “Cada blog es una voz, ya sea individual o colectiva”

Entre las características del blog se pueden mencionar:

- Posibilidad de gratuidad
- Facilidad para publicar

- Cronología inversa: permite la organización de la información en forma cronológica y descentralizada. Las herramientas de gestión del blog asignan automáticamente fecha y hora a cada entrada realizada.
- Autoría compartida
- Temática elegida por uno o más autores
- Facilidad de creación de contenidos, y categorización
- Facilidad de referencias y enlaces externos mediante la asignación automática de una dirección URL en forma permanente
- Actualización de contenidos
- Sindicación de contenidos (RSS)
- Interactividad (comentarios, trackback)
- Comunicación horizontal
- Aprendizaje colaborativo
- Proceso de construcción del conocimiento
- Organización del discurso: categorización y edición permanente
- Construcción de identidad

El carácter interactivo, participativo y colaborativo permite la construcción grupal de ideas e información, la socialización y con ella la creencia cada vez más aceptada de que en la interacción se encuentra una de las claves para alcanzar aprendizajes de calidad (Sigales, 2001). Las bitácoras constituyen instrumentos de interés que ofrecen amplias posibilidades para el aprendizaje colaborativo (García Aretio, 2005).

Es función del educador contribuir en el proceso de desarrollo de la identidad del adolescente orientándolo en cuanto a normas que le brindarán seguridad en el contexto del entorno de los edublogs. El concepto de seguridad en línea consiste en las nociones de responsabilidad, de lo que es pertinente, de lo que no lo es y del sentido común:

- El espacio virtual del blog debe ser tratado como el espacio de la clase presencial. El lenguaje que es inapropiado para la clase lo es también para el blog.
- La crítica amable es bienvenida; se deben combinar las observaciones negativas con aspectos positivos.
- Se debe cuidar la coherencia y pertinencia de las intervenciones.
- Se espera una actitud abierta al debate y al intercambio con otros bloggers.
- No se debe incluir información personal, especialmente nombres (se pueden utilizar seudónimos) números de teléfono o direcciones en el blog, ya que es un espacio público en Intranet y aún más en Internet.
- Se debe tener presente que lo que se publica “habla” del autor, por lo que se recomienda evitar comentarios inmaduros, y procurar realizar intervenciones de las que se pueda estar orgulloso en el presente y futuro.

Estas rutinas y convenciones del bloguear deberían ser trabajadas y acordadas al principio del curso para aclarar el contexto referencial del uso del edublog.

Lineamientos para incorporar edublogs a la clase presencial

Planificación Estratégica

Mientras la creación del blog y la edición de su contenido puede llevar únicamente unos minutos, su incorporación a la clase presencial requiere una adecuada planificación de contenidos, objetivos y actividades, diseñadas en un contexto pedagógico, preferentemente constructivista, que logre “aprovechar las características propias de esta herramienta” (Tiscar, 2007, p18) Es importante entonces proveer un **encuadre pedagógico** adecuado a la propuesta de utilización del edublog. El constructivismo aplicado al blog educativo implicará:

- Aprendizaje centrado en el alumno
- Un profesor cuyo rol sea de mediador y facilitador del aprendizaje
- Propuesta de “Aprender a aprender” (lifelong learning)
- Lenguaje hipertextual
- Significatividad de los contenidos
- Experimentación del aprendizaje
- Clima de confianza y comunicación
- Interacción social
- Procesos de conocimiento dialógicos
- Aprendizaje colaborativo
- Alfabetización digital

Una vez que el encuadre pedagógico a adoptar esté definido, se deben contemplar algunos factores intrínsecos al diseño de la propuesta educativa. Es necesario plantear los **objetivos** de la utilización del recurso en el contexto de la clase o del curso. Éstos deben ser claros y reflejar el *para qué*, *cómo* y *por qué* de la propuesta de aprendizaje de acuerdo con el encuadre didáctico que se le quiera dar.

Otro factor importante es el de los **contenidos**, es decir el *qué* de esta invitación al aprendizaje. Esto implica búsqueda, selección, verificación y producción de información por parte del educador, en primera instancia, y del alumnado, en segundo término. Es menester contar con una clara definición de las actividades que se llevarán a cabo para poder alcanzar los objetivos propuestos. En este proceso de construcción del conocimiento se espera que el profesor, desde su rol de orientador y facilitador del proceso de aprendizaje, logre fomentar una actitud crítica frente a la información y concientizar a los alumnos adolescentes sobre los riesgos de Internet.

Cómo Bloguear

En primera instancia es conveniente que el educador se convierta en blogger. Si bien la creación de un blog no es tarea difícil, el comprender el espíritu reflexivo del blog y la idea de audiencia puede resultar un tanto más complicado.

Es recomendable leer buenos edublogs, a modo de ejemplo, y participar en blogs de otras personas antes de crear el propio. De esta manera se puede empezar a comprender la dinámica de diálogo del blog, más aún cuando se obtiene alguna respuesta a la publicación realizada.

Una vez que el profesor haya experimentado con su propio blog personal, estará en mejores condiciones de proceder a la **creación del blog educativo**. Existen una variedad de plataformas disponibles para el hosting de un blog (Movable type, Wordpress, Custom, TypePad, Blogger, etc.) Las opciones más recomendadas son Blogger (www.blogger.com) y Wordpress (<http://es.wordpress.com/features/>) (Bull y colaboradores, 2004) por su facilidad de gestión, niveles de privacidad y su condición de gratuidad. Blogger es un popular sistema de publicación de blogs creado por Pyra Labs, pero comprado por Google en 2003.

Se debe entonces definir el nivel de apertura que tendrá el entorno educativo virtual, es decir, si se va a optar por trabajar en Internet o Intranet (red interna). Este tipo de ambiente protegido puede establecerse mediante el uso de Ning.com o Moodle.com. (Kist, 2010)

Luego, se puede comenzar a publicar asignaciones de tareas y enlaces a sitios que resulten de interés y de relevancia para el curso. Se puede informar a los padres de la dirección del blog para que tengan acceso a él si lo desean. Si la intención es que los alumnos creen a futuro sus propios blogs se debería darles algunas direcciones de blogs a modo de referencia. Es importante brindarles material para que lean en línea, ya sea publicando en el edublog del curso o derivándolos a sitios Web que ofrezcan material relevante y confiable para la asignatura a partir de los cuales se puedan llevar a cabo actividades de aprendizaje. También se pueden plantear preguntas o inquietudes para que los alumnos comiencen a reflexionar y a comprender la dinámica del blog de lecto-escritura. A medida que los alumnos respondan y manifiesten una

actitud activa hacia las actividades propuestas, se podrá ir elevando la complejidad de las mismas y seguramente se incrementará, con la guía e intervención adecuada por parte del docente, el nivel de elaboración de los contenidos.

A continuación se listan algunas sugerencias en cuanto a **actividades** que el educador puede realizar en el entorno de la bitácora educativa:

- Publicar presentaciones introductorias a temas nuevos.
- Postear información como calendarios, eventos, consignas de actividades, o cualquier tipo de información relacionada con el curso o la materia.
- Presentar lecturas informativas y asignar trabajos a realizar en los propios blogs de los alumnos; éstos pueden utilizar el blog como un portfollio de sus publicaciones.
- Postear ideas a desarrollar en forma escrita sobre diversas temáticas.
- Proponer enlaces a actividades de repaso o información adicional.
- Publicar listas de sitios de interés para la materia, con aclaraciones sobre cada uno.
- Postear fotos y comentarios sobre actividades realizadas en la clase e incentivarlos a bloguear opiniones al respecto.
- Promover por parte de los alumnos comentarios sobre algún tema de interés que haya surgido.
- Proponer actividades para realizar en forma colaborativa, asignando tareas diferentes por grupo.
- Alentar la publicación de ideas u opiniones sobre algún tema trabajado en clase.
- Incentivar a los alumnos a publicar los resultados de entrevistas realizadas en función de la temática tratada en la unidad.
- Fomentar la elaboración y/o completamiento de webquests.
- Alentar a los alumnos a gestionar sus cuentas Google (Google Reader, iGoogle, and Google Docs) (Richardson, 2010)
- Direccionar a los alumnos a que se suscriban a dos o tres blogs de sus compañeros de clase.
- Promover el intercambio con otra clase dentro de la misma institución o en otro país.
- Evaluar el trabajo individual o grupal de los alumnos.

Es esencial que el edublog elaborado por el docente presente objetivos, títulos y consignas claras y precisas, así como una correcta gramática y ortografía. La frecuencia de publicación debe ser fluida, para que los alumnos internalicen el ritmo de trabajo; si no hay novedades, optarán por relajarse y no acceder al blog. Asimismo, el espacio virtual debe contar con un número significativo de enlaces de fuentes confiables y relevantes y con una organización que favorezca la comprensión. Las imágenes que se incluyan deben ser de buena calidad y de tamaño adecuado. Por otra parte, se deben citar las fuentes en todo momento. Es de gran importancia que el profesor realice un seguimiento intensivo de las participaciones de los alumnos para estar atento al momento en que su intervención sea oportuna y necesaria y así poder contener y guiar la construcción del proceso de aprendizaje.

Cómo evaluar a través del uso de los blogs

Al comienzo del curso el educador deberá especificar los criterios de evaluación que se tendrán en cuenta para la aprobación de la materia, principalmente porque en este tipo de modelo educativo se estará trabajando en forma "mixta": en la clase presencial y en el edublog.

Para la evaluación concreta del trabajo en la bitácora educativa, el educador deberá considerar:

- Lo que se ha aprendido
- Las respuestas (posts) a comentarios y preguntas presentadas en el blog
- La frecuencia de publicación del alumno
- El grado de integración de los conceptos trabajados (referencias a lecturas y actividades previas)

- El nivel de reflexión, análisis y síntesis
- El grado de fluidez y coherencia de sus intervenciones
- El nivel de colaboración con el trabajo de otros.

Estudio de Caso

A continuación se incluye un estudio de caso, realizado en el mes de octubre de 2010, correspondiente a un colegio bilingüe secundario privado de la Ciudad de Buenos Aires donde se ha implementado la utilización de blogs como herramienta complementaria de las clases presenciales.

Encuesta guiada al rector de la institución:

Antes de comenzar el trabajo de campo se realiza una entrevista guiada al rector de la Institución con el objeto de corroborar su autorización para llevar a cabo el estudio y también para conocer aspectos específicos de este proyecto experimental enfocados desde su visión de directivo del Colegio.

El rector manifestó una actitud positiva frente a la entrevista y se mostró interesado en compartir los avances del proyecto. Explicó que el comienzo del año 2010 constituyó una etapa de diseño y elaboración del mismo y de minuciosa planificación para su posterior implementación durante el mismo año en forma experimental: selección y organización de contenidos, enunciación de objetivos, definición de actividades a realizar, determinación de recursos, establecimiento de tiempos de trabajo y estrategias e instrumentos de evaluación.

A continuación se listan los objetivos del proyecto según enunciados por el rector:

- Utilizar las nuevas tecnologías al servicio de la educación.
- Orientar a los alumnos en el uso de Internet y de herramientas tecnológicas, como el blog educativo.
- Incluir en las clases un elemento de motivación que contribuya al aprendizaje de los contenidos estipulados en el programa del curso.
- Brindar un espacio diferente que favorezca el diálogo y el intercambio responsable entre docentes y alumnos.
- Responder a las demandas de la sociedad en cuanto a actualización de los planes de estudio y capacidades integrales y tecnológicas.

Respecto a los usos del blog que la institución está fomentando planteó que el objetivo primordial es su empleo como un punto de inicio al ingreso al mundo de Internet con objetivos pedagógicos por parte de los alumnos en un ambiente protegido, en el sentido de que forman parte de un entorno de aprendizaje controlado y orientado por los docentes. También se busca, explicó, utilizar sus beneficios en cuanto a publicación de trabajos y evaluación.

Destacó que a los docentes a cargo del proyecto se les asignaron horas adicionales para la planificación y el seguimiento de la labor realizada en los blogs y que estos docentes al momento de la implementación de la prueba piloto ya contaban con alguna experiencia en la utilización de recursos tecnológicos con fines educativos.

También explicó que se observó una actitud escéptica por parte de algunos alumnos y padres, pero no le adjudicó gran importancia, “como todo cambio,” explicó, “implica un tiempo de adaptación”.

Diagnóstico inicial

La institución ha ido modificando su oferta educativa a través de los años en función de las necesidades de la sociedad y del mercado laboral, buscando en forma permanente cumplir con sus objetivos fundacionales, entre los cuales se encuentra el de: “proveer una formación para la vida”.

El proyecto de implementación de blogs educativos se puso en marcha en el segundo trimestre del año 2010; la idea se había ido gestando desde el principio del año, analizándose en qué cursos y materias se llevaría a cabo esta prueba piloto. Finalmente se decidió que el proyecto se implementaría en 3 materias y cursos diferentes:

- Lengua y Literatura, 3er año "A" (25 alumnos)
- Psicología, 4to año "B" (20 alumnos)
- Ciencias Básicas y Tecnológicas, 5to año "A" (16 alumnos).

En cuanto al perfil del alumnado, la composición de los cursos es considerablemente homogénea, dado que alrededor del 60% del mismo realizó sus estudios primarios completos en dicha institución. El rango de edades de cada año es el usual en estas etapas del ciclo secundario, es decir, por ejemplo, en 3º año todos los alumnos tienen entre 15 y 16 años.

La coordinación pedagógica del ciclo secundario junto con los profesores seleccionados para la prueba piloto diseñaron y elaboraron un plan de acción que determinara la forma en que los blogs educativos se incorporarían a las clases presenciales de esos cursos específicos, determinando dimensiones de organización: organigrama, distribución de tareas, horarios, espacios de aulas. Los tres docentes a cargo de la implementación de los cursos trabajaron en este proyecto en forma conjunta.

Procedimiento

Los pasos seguidos en el estudio específico del caso fueron:

1. Observación de las clases presenciales en el aula tradicional con el fin de identificar la dinámica de trabajo, la metodología utilizada y la concepción de aprendizaje subyacente.
2. Observación de clases en la sala multimedia para detectar el grado de integración de los blogs educativos a las respectivas asignaturas, la metodología de trabajo empleada y la contextualización pedagógica del mismo.
3. Entrega de los formularios autogestionados a docentes y alumnos participantes de la prueba piloto con el objeto de obtener principalmente datos cuantitativos sobre la experiencia.

1. Observación de las clases presenciales en el aula tradicional

Se llevó a cabo la observación de seis clases presenciales; dos clases correspondientes a cada una de las asignaturas: Psicología (4to año "B"), Lengua y Literatura (3er año "A") y Ciencias Básicas y Tecnológicas (5to año "A").

En cada una de ellas se distinguieron momentos claros de apertura, desarrollo y cierre. Al comienzo de las clases se utilizaron técnicas de recapitulación de lo que se había trabajado la clase anterior o se tomaron como punto de partida las actividades asignadas para ese día.

En las clases de Lengua y Literatura se trabajó en grupos sobre la novela de García Márquez, "Crónica de una muerte anunciada". Se realizaron actividades de lecto-comprensión, análisis de recursos de estilo (metáforas, personificaciones, comparaciones, imágenes sensoriales, personificaciones, anáforas, oximorons, etc.) y redacción. La concepción de aprendizaje manifestada por el docente resultaba algo tradicional. Se alentaba, en cierto modo, la serialidad de los grupos, asignándoles la misma tarea a todos ellos. No hubo devolución alguna debido a la "falta de tiempo", según el docente. Consecuentemente decidió llevar los trabajos para su corrección. Faltó acompañamiento y monitoreo de las actividades de los diferentes grupos por parte de la profesora, quien permaneció sentada en su escritorio.

En la clase de Psicología se realizó un análisis de los contenidos bibliográficos del curso acerca de la inteligencia, sus características y sus distintas concepciones. Se plantearon inquietudes por parte de los alumnos, generándose un espacio interesante de intercambio de ideas.

La distribución de los escritorios en esta clase era diferente a su organización en las clases de Ciencias Básicas y Tecnología y Lengua y Literatura, ya que se ubicaban formando un

círculo, del cual el docente era parte. Esta distribución del aula favorecía de algún modo la construcción del conocimiento profundo que se estaba generando: se observaban silencios reflexivos y se respetaban los tiempos de elaboración de ideas propias y ajenas; en realidad, se construía el conocimiento *con* los demás. El profesor de esta materia parecía tener una extensa experiencia en este tipo de aprendizaje colaborativo y el grupo mostraba una gran autonomía y entrenamiento en este estilo de trabajo.

En las clases de Ciencias Básicas y Tecnológicas los alumnos trabajaron sobre la temática de “La Tecnología y sus concepciones de eficacia y eficiencia”. Entre las actividades propuestas, el docente planteó una serie de afirmaciones que debían ser justificadas como verdaderas o falsas utilizando la bibliografía sugerida y las propias convicciones de los alumnos. El debate que se generó resultó muy enriquecedor. Se elaboró un análisis detallado de los rasgos distintivos de cada concepto “eficacia” contrapuesto a “eficiencia” y se trazaron analogías entre ambos. Se promovió la ejemplificación de dichos conceptos teniendo en cuenta situaciones significativas de la vida real de los alumnos.

En general, para cada una de las clases observadas los alumnos entraron en tarea sin dificultad; se percibió un clima de trabajo interesante: sabían qué hacer y estaban familiarizados con la metodología de enseñanza-aprendizaje utilizada por cada profesor. La dinámica de las clases de Psicología y Ciencias Básicas y Tecnología propiciaba la participación activa del alumno, mediante la invitación al debate y el desafío en las actividades propuestas. Sin embargo, por momentos, los docentes debían recordar la importancia de escucharse mutuamente para poder continuar con el desarrollo de la clase. Los comentarios de los alumnos fueron respetados por los docentes, quienes procuraban incentivar un rol activo en los demás alentándolos a su ampliación o a la corrección de conceptos erróneos. El “error” era entendido como un elemento positivo para el aprendizaje. El clima de trabajo era relajado y se mostraba interés por aprender. En estas dos materias fue claro el hecho de que la teoría de aprendizaje que subyacía las prácticas didácticas en la clase era el constructivismo. En cambio, en la clase de Lengua y Literatura el intercambio fue principalmente en la dirección docente-alumno. El trabajo asignado fue mayormente escrito y no se crearon espacios para la discusión colaborativa de la ejercitación realizada.

En la mayoría de las clases observadas, tanto profesores como alumnos hicieron referencia a actividades trabajadas o comentarios realizados en las bitácoras educativas.

2. Observación de clases en la sala multimedia

El traslado de los alumnos desde sus aulas a la sala multimedia en todos los casos produjo cierto desorden. Una vez en la sala de computación, se percibió que algunos alumnos se dirigían a buscar las computadoras más actualizadas o que funcionaban mejor. Esto fue más claro en el caso de tercer año, donde se ocasionaron algunos entredichos entre dos alumnos que querían usar el mismo ordenador. Estos alumnos pudieron resolver la situación por ellos mismos, no siendo necesaria la intervención de la profesora.

Los blogs que se utilizaron en esta experiencia fueron bitácoras docentes-alumnos-docentes. Las mismas fueron empleadas como espacio de publicación, de presentación de materiales y contenidos (mediante la utilización de presentaciones Power Point, videos, imágenes), de planteo de tareas y de intercambio de aprendizaje. Los docentes realizaron intervenciones orientando las actividades y brindando devoluciones a los trabajos realizados por los alumnos.

El blog educativo de la asignatura Lengua y Literatura tenía una apariencia más escueta y estructurada. La docente planteaba preguntas y los alumnos respondían en diferentes entradas; no se observaban demasiadas intervenciones por parte de la profesora. En general, los comentarios pendientes, según se observó, los realizaba la docente oralmente en la sala multimedia. Se plantearon algunas propuestas interesantes, como por ejemplo aquella en la que

la docente subió al blog la ilustración de un personaje que aparecería en los próximos capítulos de la novela con la que estaban trabajando. Invitó a los alumnos a describirlo en el blog de acuerdo con las impresiones y las predicciones que ellos pudieran realizar acerca de dicho personaje en el contexto de la novela.

El edublog de la asignatura Psicología manifestaba un trabajo más comunicativo e interrelacionado. En concordancia con lo que se había observado en las clases presenciales, se podía apreciar un diálogo reflexivo entre los comentarios y opiniones que se habían ido entretejiendo en la publicación en el blog. Es importante destacar el rol del profesor, quien estaba realmente atento al hilo de las intervenciones y brindaba orientación en los momentos más oportunos. Entre las actividades propuestas en la clase multimedial se puede destacar la elaboración de definiciones sobre la inteligencia desde diferentes perspectivas buscando en la Red fuentes confiables y subir el producto final al blog. La consigna de la actividad de la siguiente clase incluía realizar al menos dos comentarios de las definiciones realizadas por otros compañeros. Se incentivaba así, entre otras habilidades, la lectura crítica en la Red, el análisis de la información, y el poder de síntesis y redacción.

Paradójicamente, en una de las clases de la asignatura Ciencias Básicas y Tecnología hubo dificultad con la conexión a Internet con varias de las computadoras por lo que algunos alumnos debieron trabajar compartiendo los ordenadores. Las clases en la sala multimedia de esta asignatura eran verdaderamente prácticas. Se alentó a los alumnos a buscar videos en Internet que estuvieran de algún modo conectados con la asignatura. Ellos debían subir el video al blog, y explicar brevemente el motivo de su elección. Otra actividad planteada en estas clases que muestra una clara integración con la clase presencial consistió en elegir una de las afirmaciones de la ejercitación “verdadero o falso” presentadas por el profesor en la clase presencial anterior y redactar un informe usando la herramienta Google docs que justificara la veracidad o la falsedad de la afirmación. El enlace a dicho documento debía ser incluido en una entrada en el blog educativo con una breve referencia al contenido del informe.

En todos los cursos observados, los alumnos se mostraron más interesados y expectantes que en la clase presencial.

Se percibió un importante grado de coherencia entre la forma de trabajo en la clase presencial y la de la clase en la sala multimedia en cuanto a metodología, presentación de contenidos y estilo de trabajo utilizado por cada profesor. Se pudo detectar en mayor o menor medida que había habido una planificación previa por parte de los docentes de las actividades que se pretendían poner en práctica. Se apreció que algunos de los profesores procuraron maximizar los potenciales de la bitácora educativa como instrumento de registro y construcción del proceso de aprendizaje. Tanto profesores como alumnos respondieron ante inquietudes de otros alumnos o problemas técnicos con espíritu colaborativo.

3. Entrega de los formularios autogestionados a docentes y alumnos participantes de la prueba piloto

Para conocer la valoración de esta experiencia desde la perspectiva de los docentes y alumnos participantes, y para precisar el aporte concreto que había significado el uso del blog para el mejoramiento del modelo de enseñanza-aprendizaje, se prepararon dos cuestionarios autoadministrados a docentes y alumnos:

- A docentes: Se presentaron cuestionarios autoadministrados a los docentes que incorporaron el uso de blogs como herramienta complementaria de sus clases presenciales
- A alumnos: Se proporcionaron cuestionarios autoadministrados al 30% de los alumnos de los cursos en los que se implementó el uso de blogs.

Análisis de los Resultados Cuantitativos

El cuestionario autoadministrado a docentes arrojó los siguientes resultados:

1. El 67% manifestó utilizar el edublog en su materia con el objeto de proponer enlaces a actividades de repaso, presentar material introductorio a temas nuevos y proponer actividades a realizar en forma colaborativa; el 33% indicó utilizar el blog para la evaluación del trabajo individual grupal de los alumnos y para la realización de comentarios acerca de algún tema de interés.
2. El 67% sostuvo que el diseño de los edublogs utilizados resultó claro, mientras que el 33% manifestó que fue muy claro.
3. El 34% expresó que el grado de integración del blog con los contenidos de la clase resultó ser bueno, otro 33% lo clasificó de muy bueno y el 33% restante indicó que era excelente. Es decir que la totalidad de los docentes involucrados en el proyecto emitió una opinión positiva respecto del grado de integración del edublog a la clase presencial.
4. El 100% calificó a la calidad de los enlaces como muy buenos.
5. El 33% sostuvo que los materiales visuales y suplementarios presentados en el blog resultaron útiles y el 67% lo describieron como muy útiles.
6. El 100% de los docentes involucrados afirmó que la interacción generada y el grado de participación de los alumnos fomentó el aprendizaje colaborativo.
7. El 67 % manifestó que la frecuencia de publicación de contenidos en el blog fue apropiada, mientras que el 33% la consideró inapropiada.
8. El 67% destacó que la implementación del edublog incentivó el estudio de los alumnos, promovió la autonomía de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y el aprendizaje en red. El 33% se inclinó por otras opciones. La totalidad de los docentes involucrados indicó que la incorporación del edublog a la clase presencial facilitó la internalización de los contenidos e incidió positivamente en los resultados académicos. Cabe remarcar que las respuestas mostraron la combinación de dos, o más, de las opciones expuestas.
9. El 34% señala que la utilización del edublog como forma de evaluación fue efectiva, otro 33% indicó que fue muy efectiva y el 33% restante que fue altamente efectiva. Nuevamente se observa que el 100% manifestó una visión positiva al respecto.
10. El 100% optaría por continuar utilizando el edublog como herramienta complementaria a su clase presencial.
11. En cuanto a las dificultades que los docentes han tenido que afrontar en el proceso de implementación del edublog, expresaron que:
 - Llevó algún tiempo que todos los alumnos comprendieran, y se adaptaran a la nueva modalidad de trabajo
 - Algunos alumnos manifestaron resistencias ante el nuevo modelo didáctico argumentando no disponer de computadora o conexión a Internet.

A pesar de las dificultades con las que se encontraron los docentes, en general, manifestaron su conformidad en cuanto al grado de integración alcanzado de ambos entornos de aprendizaje- el virtual y el presencial- y el nivel de efectividad del edublog como facilitador del aprendizaje colaborativo.

El cuestionario autoadministrado a alumnos mostró que:

1. En cuanto a la frecuencia en que el alumno utilizó blogs de carácter no educativo, el 50% indicó que accede a este tipo de blogs sólo en ocasiones; el 39% manifestó que accede a ellos una o dos veces por semana, y el 11% indicó que no accede a blogs.
2. Al comparar los blogs educativos con los que comúnmente participa el alumno, en cuanto a formato, contenido y manejo de los mismos, el 72 % manifestó que eran similares; el 22%

- expresó que eran diferentes, mientras que el 6% no consideró que fueran similares ni diferentes.
3. El 61% afirmó que la publicación y participación en los blogs educativos fue divertida y útil; el 22% consideró que fue motivadora y enriquecedora; el 11% lo consideró sólo un requisito para aprobar la materia y el 6% expresó que el manejo del edublog fue fácil pero sin sentido.
 4. En lo que respecta al uso del blog educativo que resulta más útil al alumno adolescente, el 33% se inclinó por la propuesta de enlaces a actividades de repaso; el 28% se manifestó a favor de la presentación de material para la introducción de temas nuevos; el 22% se mostró a favor de la evaluación del trabajo individual o grupal, mientras que el 11% lo hizo en pos de la propuesta de actividades a realizar en grupo y el 6% manifestó su interés por los comentarios de algún tema que hubiera surgido.
 5. El 61% expresó que el diseño de los blogs educativos utilizados le resultó claro; el 33% indicó que le resultó muy claro y el 6% (un alumno) expresó que lo encontró poco claro.
 6. El 55% sostuvo que los contenidos y vínculos del blog educativo fueron útiles, el 39% los consideró muy útiles y el 6% los definió como innecesarios.
 7. El intercambio en el blog educativo resultó novedoso para el 44%; ayudó a aprobar la asignatura al 28%, fue divertido para el 22% y resultó una obligación, que no motivó, al 6%.
 8. La frecuencia de publicación de contenidos en el blog fue buena para el 72% y excesiva para el 28%.
 9. Mientras que el 28% expresó que la utilización del blog como complemento de la clase presencial motivó su estudio, otro 28% consideró que incidió positivamente en sus resultados académicos. El 21% afirmó que le permitió comprender y recordar los contenidos más fácilmente; el 17% manifestó que promovió el aprendizaje en red y el 6% no se expresó a favor de ninguna de las opciones propuestas.
 10. Al indagar sobre la continuidad en el uso del edublog como herramienta complementaria de las clases presenciales, el 77% se manifestó a favor del mismo, el 17% señaló que decidiría sobre la continuidad de su utilización dependiendo de la temática de la asignatura a cursar y el 6% indicó que preferiría no contar con dicha herramienta.
 11. Mediante el análisis de las respuestas abiertas, en lo que respecta las dificultades que encontraron los alumnos al utilizar el edublog se identificaron:
 - problemas de conexión
 - falta de disponibilidad de la computadora en casa
 - dificultad para aprender a usar el blog
 - tiempo que demandó en su hogar
 - problemas para comprender el sistema de evaluación

En síntesis, si bien surgieron algunas dificultades a superar, como tiempo de adaptación, resistencias y conectividad, el 83% de los alumnos (15 alumnos) concordó en señalar que la publicación y la participación en los blogs educativos es divertida, entretenida, motivadora y enriquecedora. El diseño de la bitácora educativa fue claro o muy claro para el 94% de los alumnos (17 alumnos). Este mismo porcentaje de alumnos consideró que los contenidos y vínculos presentados en el blog resultaron útiles o de gran utilidad y se mostró a favor de la utilización del blog como complemento de la clase presencial. Asimismo, el 72% se mostró satisfecho con la frecuencia de publicación.

Conclusiones

Lejos de intentar proponer un discurso tecnocentrista (Area Moreira, 2009) que mitifique a la tecnología digital como la panacea de la sociedad y del campo educativo, esta trabajo pretendió presentar al edublog como una herramienta de interesante potencial para la enseñanza secundaria.

El estudio de caso presentado afirmó el papel desempeñado por el weblog como recurso para la innovación. Si bien se observó resistencia por parte de algunos docentes y alumnos frente a la implementación del mismo, la mayor parte del alumnado encuestado señaló que la experiencia de utilización del edublog resultó motivadora y enriquecedora y se mostró a favor del edublog como complemento de la clase presencial. En general la adaptación a este nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje por parte de los alumnos adolescentes fue rápida. Los docentes partícipes de esta prueba piloto, por su parte, destacaron el rol dinamizador de la bitácora educativa y su riqueza como medio para la construcción del conocimiento y la evaluación continua del aprendizaje.

En el escenario de la Web 2.0 el edublog se convierte en un factor sumamente relevante para la innovación didáctica estratégica, en un modelo de aprendizaje "mixto" centrado en el alumno. Dicho modelo, a través de este instrumento virtual, busca superar las barreras estáticas de los modelos orientados a la simple transmisión de contenidos, alentando la interacción y la construcción significativa del conocimiento mediante el diálogo didáctico, elemento básico en la dinámica de la blogosfera (Cerezo, Ed., 2006). De esta forma, el uso del blog educativo permite a los docentes crear un espacio virtual en donde se integren y potencien dos entornos de aprendizaje diferentes y complementarios para maximizar las ventajas de ambos en pos de la construcción del aprendizaje colaborativo.

Los alumnos que hoy ocupan las aulas del nivel secundario están desarrollándose en una nueva ecología comunicativa. Si bien el acceso y uso de la tecnología están determinados por variables de índole económicas, sociales y culturales, estos adolescentes sienten una importante atracción hacia la tecnología y la virtualidad y poseen una riqueza innata para su utilización. Es necesario explorar cuáles de estas experiencias y potenciales del alumnado pueden funcionar como punto de partida para la introducción del blog educativo como factor estratégico de desarrollo de las capacidades de alfabetización digital en el entorno escolar. Diseñar proyectos en el marco de las bitácoras educativas permitirá al educador adentrarse en ese mundo virtual y contar con más elementos para conocer y comprender a esta nueva generación y sus formas de expresión y comunicación.

La incorporación del edublog al curriculum de una asignatura se presenta como un instrumento alternativo y complementario capaz de propiciar el cambio y el desarrollo educativo. De esta manera, los procesos de enseñanza-aprendizaje que se gesten en los blogs en el marco pedagógico adecuado serán capaces de favorecer el desarrollo de capacidades y habilidades integrales de los alumnos adolescentes necesarias para el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

El efecto de la globalización se ha hecho sentir intensamente y las disciplinas se han vuelto permeables (De Camilloni, 2008). La articulación de la tecnología con la relación sociedad-cultura-educación es innegable. El weblog educativo busca ser eficiente en acciones formativas, es decir, en la construcción de una educación "para la tolerancia y el disenso" (UNICEF, 2006, p. 33), que apunte al desarrollo de la identidad del alumno adolescente, de su concientización en un entorno socio-digital y de su responsabilidad como ciudadano de la Sociedad de la Información.

El fenómeno de los edublogs es relativamente nuevo en la Argentina y aún se encuentra en desarrollo; es función de los educadores llevar las potencialidades de los weblogs al plano de la concreción y articular sus bondades virtuales con la realidad educativa curricular de la enseñanza secundaria presencial.

Referencias

- AMOEDO, A. (Ed.) (2005). La Revolución de los Weblogs. *Perspectivas del Mundo de la Comunicación* 26, 4-5; Universidad de Navarra- Facultad de Comunicación.
- AMOEDO, A. (Ed.) (2006). Web 2.0: La Comunidad es el Mensaje. *Perspectivas del Mundo de la Comunicación* 35 p. 2. Universidad de Navarra- Facultad de Comunicación.
- AREA MOREIRA, M (2009). *Introducción a la Tecnología Educativa*. Manual Electrónico. Universidad de La Laguna, España.
http://dspace.uces.edu.ar:8180/jspui/bitstream/123456789/590/1/Introducci%C3%B3n_a_la_Tecnolog%C3%ADa.pdf. Consultada el 27 de julio de 2012.
- ARGENTINA. *Ley de Educación Nacional, Ley N° 26.206*, de 27 de diciembre 2006.
http://www.me.gov.ar/doc_pdf/ley_de_educ_nac.pdf
- BEATTY, K. (2003). *Computer-assisted Language Learning*. Harlow: Pearson Education
- BULL, G.; BULL G.; KAJDER, S. (2004) *La escritura con "Weblogs" una oportunidad para los diarios estudiantiles*. EDUTEKA. Consultada el 27 de julio de 2012.
<http://www.eduteka.org/Weblogs1.php>
- CARRERAS PLAZA, J. (2004). *Weblogs y Educación. Aulas con Software SIMO 2004*. Consultada el 27 de julio de 2012.
http://www.freewebs.com/colegio28/weblogs_educacion.pdf
- CASADO, R. (2011) El aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la creación de redes de aprendizaje colaborativo: La experiencia de Telefónica de España. *Centro Virtual Cervantes: La formación virtual en el nuevo milenio*. España. Consultada el 27 de julio de 2012.
http://cvc.cervantes.es/obref/formacion_virtual/tele_aprendizaje/casado.htm
- CEREZO, J. M. (Ed.) (2006). *La Blogosfera Hispana: Pioneros de la cultura digital*. España: Fundación France Telecom. Consultada el 27 de julio de 2012.
http://www.fundacionorange.es/areas/25_publicaciones/la_blogosfera_hispana.pdf
- DE CAMILLONI, A. (2008) *De Herencias, Deudas y Legados. Una Introducción a las Corrientes Actuales de la Didáctica*. En de Camilloni A. y colaboradores, *Corrientes Didácticas Contemporáneas*. (pp. 17-39)
- DÍAZ BARRIGA, F. (n.d.) *Enfoques de Enseñanza. Introducción: ¿Qué Significa Aprender a Aprender?*
http://ipes.anep.edu.uy/documentos/curso_dir_07/modulo2/materiales/didactica/enfoques.pdf. Consultada el 27 de julio de 2012.
- FREIRÍA, J. (1999) *Psicología Básica*. Editorial Biblos, Buenos Aires.
- GARCIA, F., PORTILLO, J., ROMO, J. y BENITO M. (2007) *Nativos Digitales y Modelos de Aprendizaje*. Universidad de País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Consultada el 19 de agosto de 2012 <http://spdece07.ehu.es/actas/Garcia.pdf>
- GARCÍA ARETIO, L. (2005). *Bitácoras (Weblogs) y Educación*. *BENED-Editorial* 53-55.
- GARDNER, H. (2006) *Multiple Intelligences: New Horizons*. Basic Books, Estados Unidos.
- GONZALEZ GARZA, A. (2009) *Educación Holística. La Pedagogía del siglo XXI*. Editorial Kairos S.A., Barcelona
- GONZALEZ PÉREZ, F. (2010) Impacto del desarrollo científico-tecnológico en la formación de profesionales. *CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, 6 (1). Consultada el 27 de julio de 2012, <http://conhisremi.iuttol.edu.ve/pdf/ARTI000088.pdf>
- KIST, W. (2010) *The Socially Networked Classroom- Teaching in the New Media Age*. Corwin, USA.
- MENDEZ, Z. (2006) *Aprendizaje y Cognición*. Editorial EUNED, Costa Rica

- OBLINGER D. Y OBLINGER J. (2005) *Educating the Net Generation*. Educause. Consultada el 27 de julio de 2012. <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/pub7101.pdf>
- PARLAMENTO DE LA COMUNIDAD EUROPEA (2006) *The Key Competences for Lifelong Learning- A European Framework- Recommendation 2006/962. Official Journal of the European Union L394 of 30.12.2006 Anexo p. 13*
http://www.lex.unict.it/eurolabor/en/documentation/altridoc/atti_consiglio.htm
- PEREZ LINDO, A. (Ed.) (2004) *Creatividad, Actitudes y Educación*. Buenos Aires: Editorial Biblos
- PRENSKY M. (2001, octubre) Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*. MCB University Press, 9 (5) Consultada el 27 de julio de 2012
<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>
- RICHARDSON, W. (2010) *Blogs, Wikis, Podcasts, and Other Powerful Web Tools for Classrooms*. USA: Corwin.
- SIGALÉS C. (2001) *El potencial interactivo de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en la educación a distancia*. Consultada el 27 de julio de 2012,
<http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/sigales0102/sigales0102.html>
- SMITH, M. (2000) *A Brief Introduction to Holistic Education*, the Encyclopaedia of Informal Education. Consultada el 27 de julio de 2012.
<http://www.infed.org/biblio/holisticeducation.htm>
- STEFFE, L.; GALE, J. (1995) *Constructivism in Education*. USA: Laurence Erlbaum Associates, Inc.
- TISCAR L. (2007) Blogs para Educar. Usos de los blogs en una pedagogía constructivista. *Revista Telos*. Consultada el 27 de julio de 2012.
<http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/telos/articulocuaderno.asp?idarticulo%3D2&rev%3D65.htm>
- UNICEF. (2006) *Educación y participación adolescente. Palabras y juegos. Proyecto "Herramientas". Anexo Educación y sociedad actual*. Uruguay: UNICEF. Consultada el 27 de julio de 2012 http://www.unicef.org/uruguay/spanish/uy_media_Herramientas_GUIA_2.pdf
- ZANONI, L. (2008) *El Imperio Digital. El Nuevo Paradigma de la Comunicación 2.0*. Ediciones B Grupo.

ESTRÉS OXIDATIVO: ESTUDIO DE COMPUESTOS CON PROPIEDADES ANTIOXIDANTES EN EL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)¹

Eduardo A. Bernaténé

Instituto de Biología y Medicina Molecular [IBIMOL, ex PRALIB (UBA y CONICET)], Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB), Universidad de Buenos Aires (UBA), Junín 956, C1113AAD Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina,

Correo electrónico: eabernatene@conicet.gov.ar

Recibido el 2 de febrero de 2013; aceptado el 18 de abril de 2013

Resumen

La importancia frente al estrés oxidativo y la defensa antioxidante de los constituyentes de la dieta es motivo de muchos estudios; ciertas enfermedades como aterosclerosis, degeneraciones ligadas al envejecimiento y varios tipos de cáncer son causadas por el fenómeno de oxidación celular a través de la acción de los radicales libres. La cromatografía líquida de alta resolución (CLAR; sigla en inglés: HPLC) resultó ser un método adecuado para la identificación y la cuantificación del glicósido de flavonol rutina y del carotenoide licopeno. Los valores determinados de rutina fueron de 1,85 mg/100 g PF para el cultivar Superman y 1,14 mg/100 g PF para el cultivar Trafalgar. Se encontró que el valor de licopeno variaba entre 9,16 mg/100 g PF y 8,05 mg/100 g PF para los cultivares Superman y Trafalgar, respectivamente. El conocimiento de los valores de sustancias con propiedades antioxidantes presentes en los frutos de tomate, realza su importancia al considerar el aporte que efectúa a los requerimientos diarios, brindando su caracterización como alimento funcional. También son el punto de partida cuando se planifican modificaciones genéticas para incrementar sus cantidades en los frutos de tomate y en las variaciones que se producen como consecuencia de los procesos tecnológicos de fabricación de productos basados en el tomate.

Palabras clave: tomate – antioxidantes – flavonoides - rutina – carotenoides - licopeno - *Lycopersicon esculentum*.

Abstract

The importance of oxidative stress and antioxidant defense of the constituents of the diet is the aim of many studies; some diseases, such as atherosclerosis, degeneration associated with aging and various cancers are caused by the phenomenon of oxidation cell through the action of free radicals. The high performance liquid chromatography (HPLC) proved to be a suitable method for the identification and quantification of the flavonol glycoside rutin and the carotenoid lycopene. Rutin values determined were 1.85 mg/100 g FW for Superman cultivar and 1.14 mg/100 g FW for Trafalgar cultivar. It was found that the value of lycopene varied between 9.16 mg/100 g FW and 8.05 mg/100 g FW for Superman and Trafalgar cultivars, respectively. The knowledge of the values of substances with antioxidant properties present in tomato fruits enhances its importance when considering the contribution made to the daily requirements, providing its characterization as a functional food. Substances with antioxidant properties are also the starting point when planning genetic modifications to increase quantities in tomato fruits and

¹ Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por el autor para aspirar al grado de Magíster en Tecnología de los Alimentos, bajo la dirección de Arturo Vitale. Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

the variations that occur as a result of technological processes of manufacture of tomato-based products.

Key words: tomato – antioxidants – flavonoids - rutin – carotenoids – lycopene - *Lycopersicon esculentum*.

Introducción

La génesis de la mayor cantidad de desórdenes neurodegenerativos es multifactorial y consiste en una interacción entre elementos ambientales y predisposición genética. Los radicales libres (RL) derivados del oxígeno molecular han sido considerados como asociados a factores de riesgo para una variedad de anomalías humanas, incluidas las enfermedades neurodegenerativas y el envejecimiento. El daño a las biomoléculas tisulares (lípidos, proteínas y ADN) por la acción de los RL es postulado como una importante contribución a la fisiología del estrés oxidativo (Migliore y Coppedè, 2009).

Los RL se pueden definir como moléculas o fragmentos de moléculas que contienen uno o más electrones no apareados en orbitales atómicos y moleculares. Los electrones no apareados brindan un considerable grado de reactividad al RL (Valko y colaboradores, 2007).

Las especies reactivas del oxígeno (en inglés, *reactive oxygen species*: ROS) son bien reconocidas por desempeñar un rol dual, tanto benéfico como deletéreo. Una amplia variedad de ROS es producida en el curso del metabolismo normal de los sistemas biológicos, pero su acumulación por encima de las necesidades de la célula puede producir daño a las biomoléculas. El estrés oxidativo describe la condición en la cual las defensas celulares antioxidantes son insuficientes para mantener el nivel de los ROS por debajo de un umbral tóxico (Migliore y Coppedè, 2009).

Los flavonoides y carotenoides son señalados como importantes compuestos con propiedades antioxidantes que se encuentran ampliamente difundidos en frutos y vegetales y por esta característica son incorporados al organismo a través de la ingesta.

Flavonoides

Los flavonoides componen un variado grupo de metabolitos secundarios, algunos de ellos fenólicos, siendo la mayoría poderosos antioxidantes *in vitro*. Gran cantidad de estudios epidemiológicos han mostrado una correlación directa entre una elevada ingesta de flavonoides y la disminución en el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diferentes tipos de cáncer y enfermedades relacionadas con el desarrollo de la ancianidad (Campbell y colaboradores, 2004; Min y Ebeler, 2008).

Los flavonoides contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilos fenólicos y presentan excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición. Son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común de difenilpiranos ($C_6-C_3-C_6$), con dos anillos aromáticos (A y B) ligados a través de un anillo pirano (C). La estructura básica de un núcleo flavonoide consiste en 15 átomos de carbono que en los anillos C y A se numeran del 2 al 8, mientras que en el anillo B desde 1' al 6' (Figura 1).

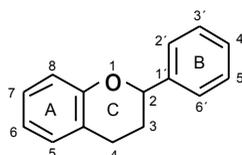


Figura 1. Estructura básica de los flavonoides

Carotenoides

Los carotenoides son los responsables de la mayoría de los colores amarillo, naranja y rojo que presentan los alimentos de origen vegetal. Con el transcurso de las décadas, los carotenoides incrementaron su importancia debido a sus propiedades antioxidantes, prevención del cáncer y disminución de las enfermedades cardiovasculares (Erdman y colaboradores, 2008).

Desde el punto de vista químico pertenecen a la familia de los terpenos, es decir que están formados por unidades de isopreno. Esta característica les brinda sus particulares propiedades estructurales, la presencia de numerosos dobles enlaces conjugados y de un buen número de ramificaciones del tipo metilo situadas en posiciones regulares. Muchas de las investigaciones realizadas en nutrición han sido focalizadas en el licopeno, caroteno y luteína (Figura 2). Aquellos carotenoides que presentan nueve dobles ligaduras conjugadas o más, son capaces de atrapar el radical libre del oxígeno, el radical anión superóxido, siendo el licopeno el más efectivo (Bose y Agrawal, 2006; 2007).

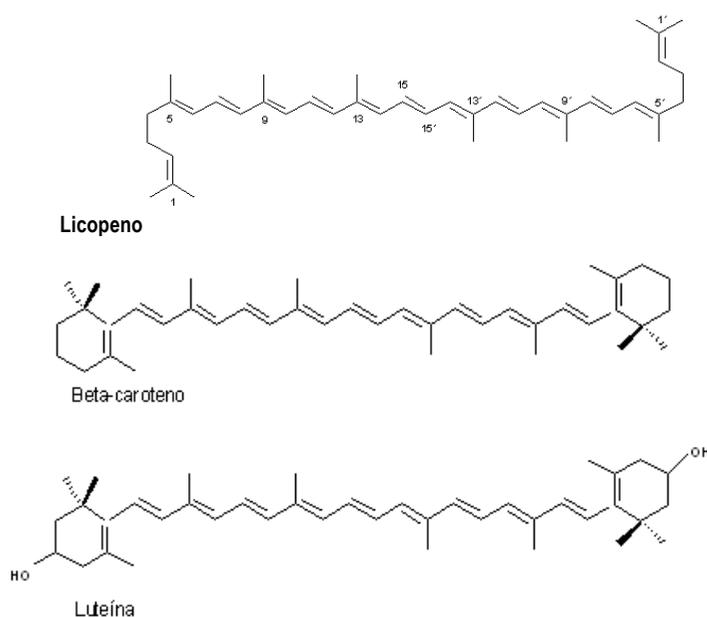


Figura 2. Estructuras químicas de licopeno, β -caroteno y luteína.

Importancia del Tomate

En la Argentina el tomate es una de las hortalizas más populares, pudiéndose adquirirla durante todo el año. Su lugar de producción abarca tanto los cinturones hortícolas de los centros urbanos como a las zonas de producción especializadas con destino para la industria. El tomate es una de las hortalizas más importantes desde diversos puntos de vista:

- por la cantidad consumida, aproximadamente 16 kg/persona/año, incluidos los productos industrializados.
- por el valor económico de la producción: 370000 tn de tomate procesado (INDEC, 2002) y 109100 tn de tomate fresco (CMCBA, 2012).
- por la superficie dedicada al cultivo: 42230 has (INDEC, 2002).

Para este estudio se eligió el tomate porque es un vegetal de amplia distribución mundial y

costo relativamente bajo y por participar en un elevado porcentaje en la dieta humana, tanto como producto fresco como en productos elaborados.

También es importante como alimento funcional *per se* o participando en la composición de un alimento funcional multicomponente. El tomate ha alcanzado esta categoría debido a la abrumadora evidencia epidemiológica que muestra su acción benéfica en la disminución de ciertos tipos de cáncer, enfermedades degenerativas, enfermedades vasculares y cardiovasculares (Toor y Savage, 2005; Boots y colaboradores, 2008; van Breemen y Pajkovic, 2008).

A pesar de la manifiesta importancia que presenta el cultivo del tomate y de los diversos tipos y cultivares del mismo, no se han realizado en nuestro país estudios que permitan determinar un perfil químico que los caracterice.

Desarrollo

Material de estudio

Se recolectaron frutos de tomate pertenecientes a los cultivares Superman (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Superman) y Trafalgar (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Trafalgar). Las muestras se tomaron en un establecimiento ubicado en la localidad de Pereyra, partido de Berazategui, provincia de Buenos Aires. Se cosecharon 5 kg de tomate de cada uno de los cultivares en el estado de madurez rojo brillante (USDA, 1991).

Luego de la cosecha, los tomates fueron lavados con agua corriente, escurridos y secados con un paño absorbente. Se guardaron en heladera a una temperatura de 4 °C/ 5 °C y al día siguiente se trasladaron al laboratorio.

Caracterización de los frutos

De cada cultivar se tomaron al azar 20 frutos y se efectuaron las mediciones correspondientes para caracterizarlos. Para describir el tipo de fruto las mediciones que se realizaron fueron peso, altura y diámetro en la parte media. Posteriormente de cada fruto se separaron las partes: epicarpio (piel), mesocarpio (pulpa) y semillas y se calculó el porcentaje con el cual cada una de ellas contribuía al peso total del fruto fresco.

Contenido de materia seca

Este procedimiento se llevó a cabo en cada una de las partes que se separaron en el paso anterior mediante la utilización de dos técnicas:

a) Secado en estufa: Las muestras, identificadas por individuo y parte a la que pertenecían, se dispusieron en cajas de Petri previamente taradas y se colocaron en estufa a 105 °C. Se pesaron diariamente hasta alcanzar constancia de peso. Luego se calculó el porcentaje de humedad (% H₂O) como:

$$\% \text{ H}_2\text{O} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial} \times 100$$

Para luego calcular el porcentaje de materia seca según:

$$\% \text{ MS} = 100 \% - \% \text{ H}_2\text{O}$$

b) Trampa de destilación Dean-Stark: Es un dispositivo utilizado para determinar el contenido de agua existente en una matriz.

Para la determinación del contenido de agua se pesaron 45 g de pulpa de cada cultivar y se mezclaron con 30 ml de tolueno. El baño térmico se reguló a 110 °C y se midieron los mililitros de agua que se recogían en el recipiente colector. El contenido de agua (% H₂O) se calculó como:

$$\% \text{ H}_2\text{O} = (\text{peso del H}_2\text{O} / \text{peso de la muestra}) \times 100$$

Por lo tanto, el porcentaje de materia seca es:

$$\% \text{ MS} = 100 \% - \% \text{ H}_2\text{O}$$

Preparación de las muestras y extracción

Cada una de las fracciones en las que se separó el fruto de tomate se secó hasta constancia de peso y posteriormente fueron transformadas en polvo mediante la utilización de un molinillo doméstico. El material pulverizado fue sometido a una doble extracción en caliente mediante un extractor tipo Soxhlet regulando la temperatura hasta alcanzar la ebullición.

La extracción lipofílica se realizó con 25 g de cada muestra separadamente, puesta en un cartucho fabricado "*ad hoc*" y se colocaron en el balón 150 ml de *n*-hexano. La temperatura se estabilizó hasta mantener el solvente en ebullición y el sistema permaneció a reflujo hasta que el solvente tuviera apariencia traslúcida; este estado se alcanzó aproximadamente a las 4 horas de iniciado el proceso. Se recogió el extracto lipofílico que se encontraba en el balón y se lo concentró utilizando un evaporador rotatorio, al vacío, con baño de agua termostatzado a 40 °C.

A continuación se procedió a una segunda extracción, pero utilizando metanol para obtener el extracto hidrofílico. Cada una de las muestras previamente extraídas se introdujo separadamente en el extractor y nuevamente se elevó la temperatura hasta mantener el solvente en ebullición hasta que el solvente de reflujo adquiriera apariencia transparente. Finalmente se procedió a la concentración del extracto hidrofílico. Todas las muestras fueron rotuladas y guardadas en freezer a -18 °C hasta su posterior análisis.

Aislamiento del licopeno

Para obtener las muestras de licopeno se tomaron 50 g de pulpa de tomate triturada y se colocaron en un erlenmeyer. Se agregaron 70 ml de acetona y se mezcló la pasta formada, durante varios minutos, previamente a la formación de una solución de aspecto gomoso. El tratamiento con acetona posibilitó la remoción de la mayor parte de agua contenida en la mezcla celular.

Posteriormente se filtró la mezcla al vacío a través de un embudo Büchner. Se descartó el filtrado de color amarillo. Luego se raspó con el mismo instrumento para recuperar el sólido y volver a colocarlo en el erlenmeyer y agregarle 50 ml de diclorometano para continuar la extracción. Luego de agitar la mezcla durante algunos minutos, se procedió a filtrarla al vacío. Esta operación se repitió tres veces más para completar la extracción.

En otro erlenmeyer se secó el filtrado con sulfato de sodio anhidro y se filtró la solución al vacío. El filtrado se trasvasó a un balón de 100 ml, previamente tarado. Se evaporó la solución a temperatura ambiente (20 °C) hasta sequedad en evaporador rotatorio al vacío. Se volvió a pesar el balón con el residuo de evaporación para determinar la cantidad de materia seca obtenida.

Desarrollo de la cromatografía líquida de alta resolución

La separación cromatográfica se realizó en forma isocrática en una columna de fase

reversa C₁₈. Como fase móvil se utilizó metanol/ agua en una proporción 65:35 (v/v), con el agregado de 1 % de H₃PO₄. La velocidad del flujo fue de 1 ml /minuto y se realizó a temperatura ambiente. El detector se mantuvo a una sensibilidad de AUFS = 0,1.

Las determinaciones se realizaron con un equipo de cromatografía líquida de alta resolución, marca Konik, modelo KNK-500, y una columna cromatográfica de fase reversa C₁₈, marca Luna, de tamaño 250 mm x 4,6 mm, con partículas de 5 µm de diámetro y 100 Å de poro. Se utilizó un detector ultravioleta-visible, marca KNK-029-757 conectado al integrador marca Bromma LKB-221.

Determinación de flavonoides.

Para determinar las condiciones óptimas de separación cromatográfica se ensayaron diferentes solventes, como así también diferentes combinaciones de los mismos. En primera instancia se usó metanol puro; luego se incorporó agua en porcentajes crecientes. Como no se alcanzaba una adecuada separación, se procedió a utilizar la llamada “supresión iónica”, agregando 1 % de H₃PO₄ a la fase móvil.

Se ensayaron diferentes longitudes de onda a las cuales se reguló el detector ultravioleta-visible. Las mismas fueron probadas a través de la información disponible en la bibliografía y del cálculo de los porcentajes de máxima absorción medidos en un espectrofotómetro, marca Jasco V-530 UV-Vis. Se determinó que la longitud de onda adecuada era 372 nm. Se inyectaron 20 µl de muestra, el caudal se reguló a un valor de 1 ml/minuto.

Determinación de licopeno

Para determinar las condiciones óptimas de separación cromatográfica se ensayaron diferentes solventes, al igual que diferentes combinaciones de los mismos, conducentes a variadas polaridades. En esta oportunidad, debido a las características del componente a determinar, en las pruebas se incluyeron solventes no polares. El patrón estándar de licopeno utilizado fue licopeno de tomate (Sigma).

Las longitudes de máxima absorción fueron probadas a través de la información disponible en la bibliografía y del cálculo de los porcentajes de máxima absorción medidos en un espectrofotómetro, marca Jasco V-530 UV-Vis con arreglo de diodos. Se determinó que la longitud de onda adecuada era 450 nm. También se ensayaron diferentes valores de flujo (ml/min).

Métodos estadísticos

Se efectuaron los cálculos de parámetros descriptivos, como media aritmética (\bar{x}_m), desvío estándar (D.S.) y coeficiente de variación porcentual (CV %).

También se efectuó el análisis que establece la relación entre el analito y la medida experimental. Se trató de alcanzar la mejor relación lineal entre los puntos experimentales, o sea, el mejor ajuste para los datos. Por lo tanto se utilizó el método de regresión lineal simple para resumir la relación entre dos variables en una situación en la que una de las variables predice a la otra (Moore, 2000).

Se utilizó el test *t de Student* como método para abordar la comparación de dos medias (Skoog y colaboradores, 1995; Norman y Streiner, 1996). Todas las determinaciones se realizaron con un error de $p = 0,05$.

Resultados

En la caracterización morfológica de los frutos analizados se observó que el peso promedio de los ejemplares del cultivar Trafalgar fue superior en un 27 % a los del cultivar

Superman. Para ambos, la forma resultó ser ligeramente achatada, ya que la relación altura / diámetro para Superman y Trafalgar fue de 0,89 y 0,85 respectivamente; este valor coincide con el asentado en el Registro Nacional de Cultivares.

En la Tabla 1 se registran los parámetros para cada cultivar con el análisis estadístico correspondiente (media aritmética, desvío estándar y coeficiente de variación porcentual).

Tabla 1. Caracterización morfológica de los frutos

PARÁMETROS	SUPERMAN			TRAFALGAR		
	X_m	D.S.	C.V. %	X_m	D.S.	C.V. %
Peso (g)	106,78	9,85	9,22	136,12	23,19	17,03
Altura (mm)	54,57	5,41	9,91	56,40	2,79	4,94
Diámetro (mm)	61,14	3,02	4,93	65,60	3,01	4,63

X_m = media aritmética D.S. = desvío estándar, C.V.% = coeficiente de variación porcentual

La Tabla 2 muestra el porcentaje con el que contribuye cada fracción del fruto (piel, pulpa y semillas) al peso total del fruto fresco, con el análisis estadístico correspondiente (media aritmética, desvío estándar y coeficiente de variación porcentual).

Tabla 2. Participación de cada fracción del fruto en el peso fresco total

PARÁMETROS	SUPERMAN			TRAFALGAR		
	X_m	D.S.	C.V. %	X_m	D.S.	C.V. %
Piel (%)	13,65	5,31	38,9	13,78	0,49	3,55
Pulpa (%)	62,07	5,60	9,02	61,79	6,84	11,06
Semilla (%)	24,26	3,58	14,75	24,41	6,87	28,14

X_m = media aritmética D.S. = desvío estándar, C.V.% = coeficiente de variación porcentual

Determinación de materia seca

La determinación de los porcentajes de materia seca por el método de constancia de peso y por el método de Dean-Stark se muestra en la Tabla 3. Cuando se compararon las determinaciones de MS, dentro de cada variedad, por el método de constancia de peso y el método de Dean-Stark, no se encontraron diferencias significativas al nivel de $p = 0,05$.

Tabla 3. Determinación del porcentaje de materia seca

PARÁMETRO	SUPERMAN			TRAFALGAR		
	X_m	D.S.	C.V.%	X_m	D.S.	C.V.%
En estufa (%)	7,11	1,46	20,53	4,88	0,69	14,13
Dean Stark (%)	7,54	1,25	16,57	5,16	1,69	32,75

X_m = media aritmética D.S. = desvío estándar, C.V.% = coeficiente de variación porcentual

Análisis cromatográfico de los patrones de referencia de flavonoides

Se buscaron las condiciones óptimas de corrida cromatográfica de los flavonoides en cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con los patrones de referencia correspondientes a las agliconas de los flavonoles canferol y quercetina y del 3-O-rutinósido de quercetina, es decir rutina (Figura 3).

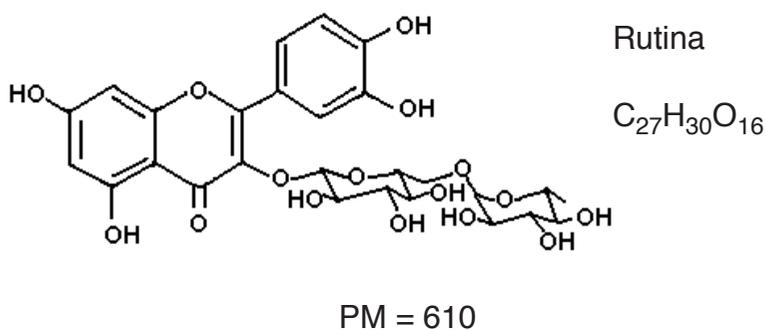
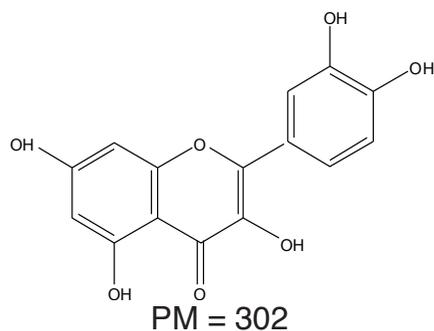
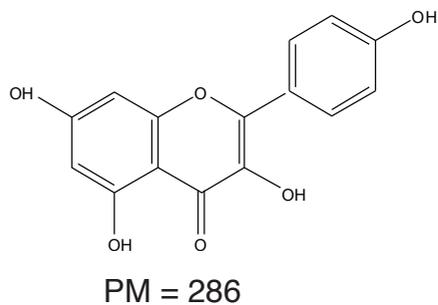


Figura 3. Estructura química de canferol, quercetina y rutina (quercetina-3-O-rutinósido)

Se seleccionó la longitud de onda para el detector UV sobre la base del máximo de absorción de los flavonoides en cuestión, 370 nm, como se observa a modo de ejemplo, en el espectro UV de la quercetina en la Figura 4.

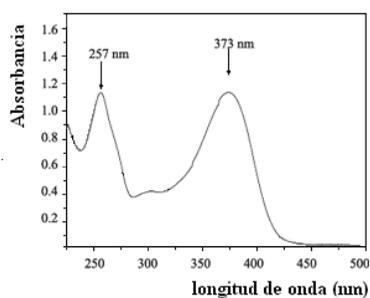


Figura 4. Espectro de absorción UV de la quercetina

En las condiciones de corrida cromatográfica seleccionadas (*vide supra*), los picos correspondientes a los patrones de canferol, quercetina y rutina, como así también los tiempos a los cuales fueron eluidos, se observan en los correspondientes cromatogramas de las Figuras 5, 6 y 7.

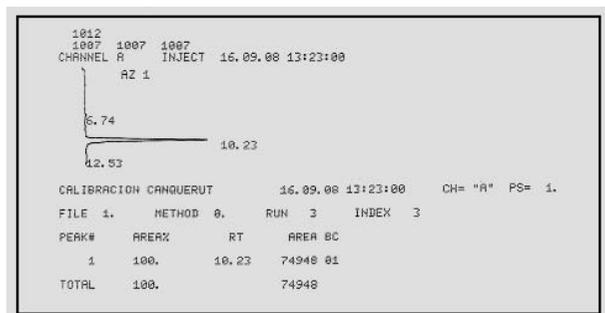


Figura 5. Cromatograma de detección de canferol

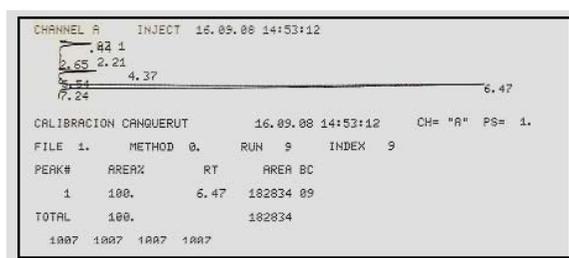


Figura 6. Cromatograma de detección de quercetina

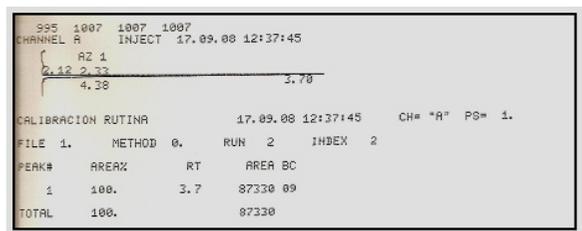


Figura 7. Cromatograma de detección de rutina

Determinación cuantitativa de los flavonoides

La cantidad de flavonoides presentes en las muestras se determinó a partir de la relación de áreas de los picos de los cromatogramas correspondientes a canferol, quercetina y rutina, utilizando una curva de calibración.

Para determinar si el sistema de detección proporcionaba una correlación lineal entre la relación de áreas y la relación de concentraciones, se prepararon las curvas de regresión para cada uno de los flavonoides, elaboradas a partir de 5 puntos. Para ello, se prepararon las soluciones stock y sus correspondientes diluciones. Cada solución se inyectó en el cromatógrafo líquido (HPLC) por triplicado. La linealidad del sistema en el intervalo de concentraciones estudiadas se verificó mediante el análisis de regresión por el método de cuadrados mínimos (Figuras 8, 9 y 10).

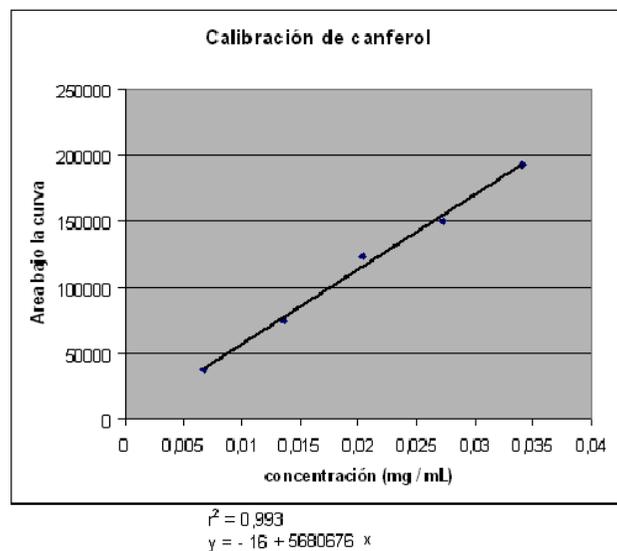


Figura 8. Curva de calibración de canferol

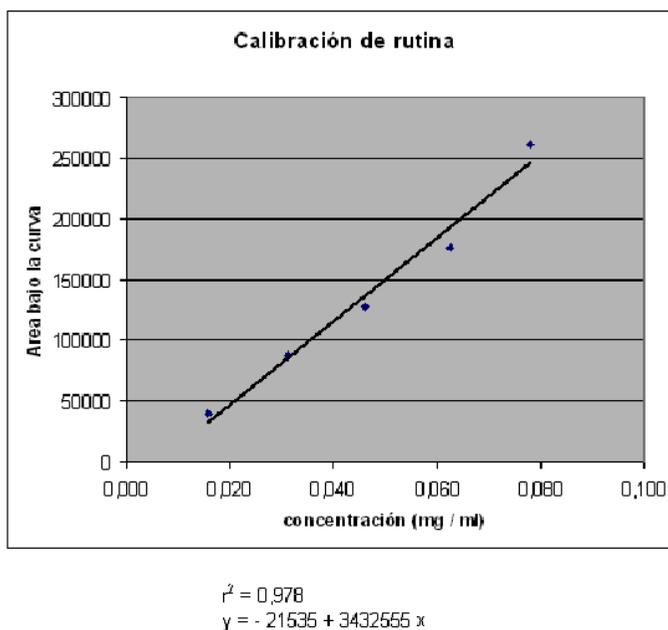


Figura 9. Curva de calibración de rutina

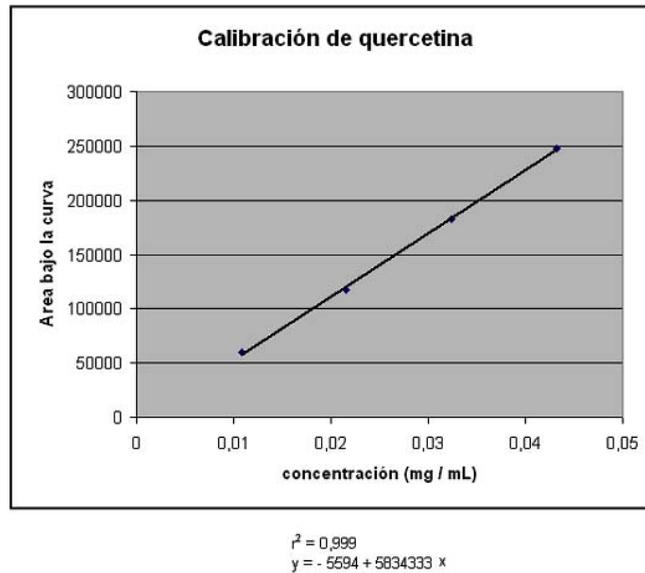


Figura 10. Curva de calibración de quercetina

Flavonoides presentes en los dos cultivares de tomate estudiados

Al analizar los cromatogramas de las diferentes partes de los dos cultivares de tomate, se detectó la presencia de rutina en piel y pulpa del cultivar Superman y sólo en piel en el caso del cultivar Trafalgar (Tabla 4).

Tabla 4. Contenido de rutina en diferentes partes de los dos cultivares de tomate, Superman y Trafalgar

Cultivar	Partes	mg de rutina/100 g PS	mg de rutina/100 g PF
Superman	Piel	23,77	1,18
	Pulpa	13,48	0,67
Trafalgar	Piel	22,84	1,14
	Pulpa	nd	nd

nd: no detectado

Considerando los pesos promedio de los frutos frescos, el porcentaje de participación de cada parte del fruto y el contenido de rutina que se determinó en cada parte del tomate, se estimó el aporte total de rutina (mg) que provee cada fruto en su estado natural. De esta forma, se puede evaluar de un modo más práctico el aporte de un fruto promedio a la ingesta diaria (Tabla 5).

Tabla 5. Estimación del aporte de rutina por fruto

Cultivar	Pesos promedios			Aporte de rutina (mg/100 g PF)		Contenido total de rutina
	Fruto (g)	Piel (g)	Pulpa (g)	Piel	Pulpa	
Superman	106,78	14,57	66,27	1,18	0,67	0,6159
Trafalgar	136,12	18,67	84,11	1,14	nd	0,2128

nd: no detectado

Carotenoides estudiados

Los carotenoides se obtuvieron mediante cromatografía en columna de mediana presión. Las diferentes bandas presentaban una secuencia de colores desde el rojo intenso, pasando por el naranja y finalizando en el amarillo. Posteriormente, cada fracción eluida, que correspondía a un color de banda, fue sometida a cromatografía líquida de alta resolución, detectándose la presencia de licopeno en concordancia con la banda de color rojo intenso.

Para poder obtener una mejor separación de los picos de elución se procedió a introducir variantes en el flujo y en la combinación de los solventes utilizados, de modo de obtener mayores tiempos de elución. Así, se detectaron β -caroteno (banda color naranja) y luteína (banda color amarillo).

Para establecer el $\lambda_{\text{máx}}$ se obtuvo el espectro de absorción UV-Visible en *n*-hexano obteniendo como resultado tres picos a 425 nm, 450 nm y 478 nm. De este modo se optó por fijar la longitud de onda de detección en 450 nm. También se realizó el espectro de absorción del licopeno en metanol, obteniéndose las siguientes $\lambda_{\text{máx}}$: 341 nm, 429 nm (hombro), 449 nm y 475 nm (Figura 11).

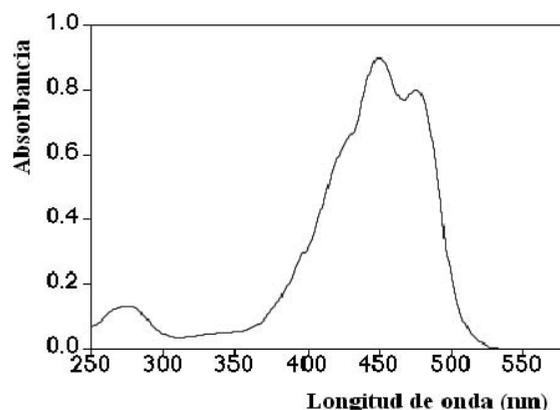


Figura 11. Espectro de absorción de β -caroteno en metanol

Para la construcción de la curva de calibración se preparó una solución madre de licopeno de tomate y sus correspondientes diluciones. Nuevamente, cada solución se inyectó en el cromatógrafo líquido por triplicado y el cromatograma que se obtuvo se muestra en la Figura 12.

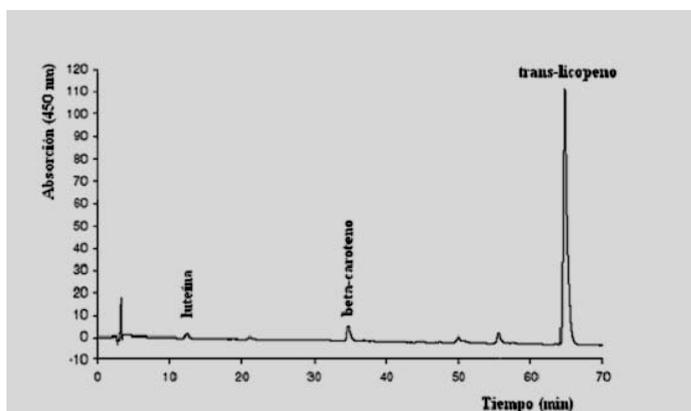
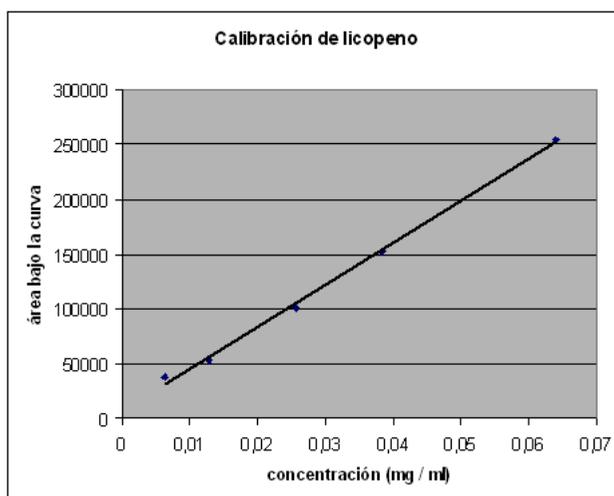


Figura 12. Cromatograma HPLC de un extracto de carotenoides de un cultivar de tomate a 450 nm (*trans*-luteína, *trans*- β -caroteno y *trans*-licopeno)

La linealidad del sistema en el intervalo de concentraciones establecidas se verificó mediante el análisis de regresión por el método de cuadrados mínimos (Figura 13).



$$r^2 = 0,997; y = 6838 + 3832195 x$$

Figura 13. Curva de calibración de licopeno

En los cultivares de tomate rojo-verde y rojo se destaca todo-*trans*-licopeno con valores de hasta 9 mg/100 g de PF. En cantidades mucho menores se encuentran fitoeno, β -caroteno, licopeno-1,2-epóxido, fitoflueno a y b y luteína. Además, se detectaron los isómeros 9-*cis*- y 13-*cis*-licopeno, y el producto de oxidación del licopeno: 2,6-ciclicopeno-1,5-diol, los cuales se originaron principalmente en la extracción del *trans*-licopeno y naturalmente, sólo se encuentran en pequeñas cantidades (trazas) o nada en tomates (Tabla 6). En los tomates amarillos se encuentra licopeno sólo en trazas. Predominan los carotenoides luteína y β -caroteno.

Tabla 6. Contenido de carotenoides (mg/100 g PF)

Compuesto	Cultivares	
	Superman	Trafalgar
Luteína	0,05	0,06
β -caroteno	0,29	0,54
9- <i>cis</i> - β -caroteno	n.d.	n.d.
<i>trans</i> -licopeno	8,91	7,53
9- <i>cis</i> -licopeno	0,04	0,18
13- <i>cis</i> -licopeno	0,21	0,34
licopeno total	9,16	8,05

Discusión

La cromatografía líquida de alta resolución resultó ser una herramienta adecuada para la separación cuali-/cuantitativa de los flavonoides y el licopeno de los cultivares de tomate en estudio. La determinación de las longitudes de onda de máxima absorción redujo el número de variables a ajustar.

Cuando se probó la detección de otros flavonoides en las mismas condiciones cromatográficas se observó una superposición entre los tiempos de retención de los tres flavonoides ensayados en primer término (rutina, canferol y quercetina) y los que surgieron del

segundo ensayo. Para poder “abrir” el cromatograma se modificaron las condiciones de corrida, como por ejemplo variando el nivel de sensibilidad del detector y el valor del flujo. De este modo se pudo detectar (datos no mostrados) la presencia de otros flavonoides en el fruto de tomate.

Si bien los contenidos de rutina determinados no presentaron diferencia significativa desde el punto de vista estadístico entre ambos cultivares estudiados, la leve diferencia observada en el contenido de rutina en el cultivar Superman respecto al otro cultivar, puede deberse a su presencia tanto en piel como en pulpa.

Otra causa es que el mayor peso y tamaño del cultivar Trafalgar está muy probablemente asociado a un mayor contenido de agua (% MS = 4,88 % - 5,16 %) por lo tanto diluye la concentración del compuesto cada 100 g de PF. Este efecto puede además tener mayor incidencia que el referido, al poseer mayor superficie de piel (cultivar Trafalgar) que podría considerarse como responsable de una mayor cantidad de flavonoides.

Conclusiones

Analizar los flavonoides y los carotenoides, como dos de las familias de compuestos antioxidantes más destacados por su acción promotora de una vida saludable, es un paso importante en la evaluación del comportamiento de un número elevado de alimentos que se caracterizan por presentarse como un sistema conformado por una matriz acuosa.

Los antioxidantes son un grupo variado de compuestos químicos, entre los cuales se encuentran los carotenoides y compuestos polifenólicos provenientes del metabolismo secundario, o también llamado “especial”, de las plantas.

Está debidamente probado el efecto benéfico de los compuestos antioxidantes sobre la salud humana, especialmente en lo referido a diferentes tipos de cáncer, enfermedades cardíacas, cardiovasculares y neurodegenerativas. Actualmente, el concepto de salud asociado a una dieta variada y balanceada cuenta con suficiente apoyo científico basado en una gran cantidad de estudios de suplementación y epidemiológicos.

El tomate es un alimento de consumo masivo, ya sea al estado crudo o formando parte de productos que lo contienen en su elaboración, que se encuentra disponible a lo largo de todo el año. El cinturón hortícola del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) es un polo de gran importancia en la generación y posterior abastecimiento de este producto en su área de influencia.

La elección de los cultivares Superman y Trafalgar se fundamentó en que fueron los más difundidos en la campaña 2007-2008, entre los productores de la localidad de Pereyra, Ezpeleta.

Cuando se cuantificó el contenido de agua en un sistema que la posee en más del 90% de su peso, no se encontraron diferencias significativas entre el método de constancia de peso mediante la utilización de estufa y la determinación por medio de la trampa de Dean-Stark.

En los métodos extractivos se estandarizaron las condiciones (masa de la muestra, temperatura de extracción y determinación del punto final de la misma) para poder contar con una solución suficientemente concentrada.

La extracción del licopeno se efectuó a través de un método rutinario de laboratorio de relativa sencillez. La posterior separación de las fracciones según color y polaridad del solvente utilizado arrojó resultados satisfactorios.

Considerar el mayor espectro de variables que pueden incidir en el desarrollo del cultivo de tomate, y en consecuencia, en la producción de antioxidantes es un factor importante a examinar previo a la evaluación cuantitativa. Las diferencias en el genotipo, en el manejo del cultivo, las condiciones ambientales y el estado de madurez del fruto al momento de cosecha son elementos de los cuales no se puede prescindir cuando se realiza la evaluación final del proceso.

Por lo tanto, establecer el protocolo adecuado para realizar una valoración precisa de

laboratorio brindará las condiciones requeridas para cuantificar el atributo de alimento funcional que posee el tomate. En consecuencia, esta ponderación permitiría establecer un valor agregado que redundaría en un precio diferencial de la materia prima (*commodity*).

Este trabajo es una contribución al conocimiento químico cuali-cuantitativo de los componentes principales del tomate, pudiendo así determinar su valor como alimento funcional en base a su perfil antioxidante. Con valores de esta característica podrían generarse bases de datos, en diversos niveles de escala, que proveyeran información básica para el cálculo de los aportes de compuestos antioxidantes que se efectúan a través de la dieta. Y con ese valor determinar su contribución a los requerimientos diarios.

Agradecimientos

Varias instituciones y personas prestaron su apoyo y colaboración para que la concreción de este trabajo fuese posible: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y su Unidad Ejecutora, Instituto de Biología y Medicina Molecular [IBIMOL, ex PRALIB (Programa de Radicales Libres) (UBA y CONICET)]; Prof. Dra. Alicia B. Pomilio, por el apoyo brindado como Directora del Ing. E.A. Bernatené en la Carrera del Personal de Apoyo (CONICET); Prof. Dr. Arturo A. Vitale, por el aporte de su vasta experiencia en el campo de la Química Orgánica y su invaluable disposición en la labor diaria; Tecnonuclear S.A. por haber brindado parte de la infraestructura necesaria para plasmar el presente trabajo.

Referencias

BOOTS, A. W.; HAENEN, G. R. M. M.; BAST, A. (2008). *Health effects of quercetin: From antioxidant to nutraceutical*. European Journal of Pharmacology 585, 325-337.

BOSE, K. S.; AGRAWAL, B. K. (2006). *Effect of long term supplementation of tomatoes (cooked) on levels of antioxidant enzymes, lipid peroxidation rate, lipid profile and glycated haemoglobin in Type 2 diabetes mellitus*. The West Indian Medical Journal 55, 274-278.

BOSE, K. S. y AGRAWAL, B. K. (2007). *Effect of lycopene from tomatoes (cooked) on plasma antioxidant enzymes, lipid peroxidation rate and lipid profile in grade-I hypertension*. Annals of Nutrition & Metabolism 51, 477-481.

CAMPBELL, J. K.; CANENE-ADAMS, K., LINDSHIELD, B. L.; BOILEAU, T. W.; CLINTON, S. K.; ERDMAN Jr. J. W. (2004). *Tomato phytochemicals and prostate cancer risk*. The Journal of Nutrition 134, 3486S-3492S.

INDEC. 2002. *Censo Nacional Agropecuario 2002. Hortalizas: superficie implantada a campo o bajo cubierta por especie, según provincia. Total del país*. Buenos Aires [en línea]. Disponible en: www.indec.mecom.gov.ar/proyectos/cna/cna_defini.asp. [Última fecha de acceso: 20 de mayo de 2012].

CMCBA. (2012). *Boletín del tomate N° 19*. Buenos Aires [en línea]. Disponible en: www.mercadocentral.com.ar/site2006/publicaciones/boletin/pdf/tomate29.pdf. [Última fecha de acceso: 20 de mayo de 2012].

ERDMAN JR. J. W., FORD, N. A.; LINDSHIELD, B. L. (2008). *Are the health attributes of lycopene related to its antioxidant function?* Archives of Biochemistry and Biophysics 483, 229-235.

MIGLIORE, L.; COPPEDÈ, F. (2009). *Environmental-induced oxidative stress in*

neurodegenerative disorders and aging. Mutation Research 674, 73-84.

MIN, K.; EBELER, S. E. (2008). *Flavonoid effects on DNA oxidation at low concentrations relevant to physiological levels*. Food and Chemical Toxicology 46, 96-104.

MOORE, D.S. (2000). Análisis de relaciones. En *Estadística Aplicada Básica* (132-171). Antoni Bosch, España.

NORMAN G. R.; STREINER D. L. (1996). *Bioestadística*. Ed. Harcourt, España.

SKOOG, D. A.; WEST, D. H.; HOLLER, F. J. (1995). *Evaluación de los datos analíticos*. Mc Graw-Hill, Méjico.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. (2005). *Antioxidant activity in different fractions of tomatoes*. Food Research International 38, 487-494.

USDA. (1991). United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes. USA [línea]. Disponible en: www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5050331. [Última fecha de acceso: 19 de mayo de 2012].

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOLA, J.; CRONIN, M. T. D.; MAZURA, M.; TELSER, J. (2007). *Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease*. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology 39, 44-84.

VAN BREEMEN, R. B.; PAJKOVIC, N. (2008). *Multitargeted therapy of cancer by lycopene*. Cancer Letters 269, 339-351.

LA INCIDENCIA DE LOS CONOCIMIENTOS CONSTRUIDOS EN EL TRAYECTO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA, EN EL INGRESO A LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA. EL CASO DE LOS INGRESANTES A LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL, FACULTAD REGIONAL SANTA CRUZ*

Oscar Eduardo Robledo¹, Antonio Adrián Arciénaga Morales², Marta Susana Reinoso²

¹ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Cruz, Los Inmigrantes N° 555 (9400) Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz, Argentina.

² Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ingeniería, Ruta 4, km. 2, (1832) Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

³ Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Lisandro de la Torre 860, (9400) Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

Correo electrónico: oscarrobledo@speedy.com.ar

Recibido el 2 de mayo de 2013; aceptado el 31 de mayo de 2013

Resumen

En el presente trabajo se establecieron las trayectorias educativas como área de interés y se plantearon objetivos, a partir de los cuales se describieron y analizaron aquellos factores más destacados en la articulación entre el último año de nivel secundario y el primer año de la carrera de Ingeniería Electromecánica, en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Cruz, con una temporalidad que se circunscribió a dicho alcance. Se consideraron los aspectos que impactaron en el rendimiento académico, sobre la base de la adaptación de los alumnos al sistema universitario. Asimismo, se planteó un abordaje metodológico mixto, y se ciñó al tipo Explicativas y Causales, ya que se examinó la naturaleza de las relaciones, la causa y la eficacia de unas variables sobre otras, y categorizó el análisis como transeccional o transversal, mediante comparaciones y análisis estadísticos, de interpretación e inferenciales como: prueba de chi-cuadrado; ANOVA de un factor; correlaciones bivariadas. Sintetizando, se observó la necesidad de: integración y articulación de currículos (entre niveles, entre disciplinas, en ciencias, matemáticas y tecnología y en investigación); fortalecimiento del desarrollo de competencias y habilidades en ambos niveles; formación en docencia de profesores, y promoción del aprendizaje activo

Palabras Claves: Articulación de niveles - Conocimientos previos

Abstract

This work establishes the educational development as an area of interest and also some objectives connected to this topic. The most relevant factors related to the transition from the last year in high school to the first year at University have been carefully described and analyzed during a suitable period of time, particularly with respect to the passage to the Electrical and Mechanical Engineer Programme of Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Cruz. The factors taken into consideration have been those that had a serious impact in the student's academic performance during the period of adaptation to the university system.

* Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por Oscar E. Robledo para aspirar al grado de Magister en Gestión de la Educación Superior, bajo la dirección de Antonio A. Arciénaga Morales y la codirección de Marta S. Reinoso. Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

Likewise, a mixed methodology approach has been applied and it is mainly focused on the explanatory and causal type. The relevance of relationships, causes and efficiency that some variables have on others are thoroughly examined. As a result, the analysis is put into categories, such as, cross- section or cross cutting, based on the comparisons and statistics analysis, interpretations and inferences like: chi - square test; ANOVA of a single factor; bi-varied correlations. Summing up, the needs detected are: integration and articulation (among levels, among disciplines, in science, mathematics and technology, in research); strengthening of the development of competences and skills in both levels; training for teachers and encouragement of active learning

Keywords: Articulation of levels - Previous knowledge

Introducción

Antecedentes Históricos de los Orígenes de la Educación Media Argentina

La enseñanza secundaria extendida a todo el país fue implementada tempranamente en la Argentina, a mediados de la década de 1870. Eran bachilleratos principalmente propedéuticos, pero pronto se agregaron escuelas comerciales y normales. Por el contrario, en la publicación de Gallart (2003), se expresa que la escuela industrial, muy inspirada en el modelo alemán y ampliamente dotada de equipamiento actualizado, tenía un currículo basado en los principales procesos industriales de la época (mecánica, construcción, electricidad y química), con alta participación de ciencias básicas, prácticas de laboratorio y aprendizaje en el taller escolar con una fuerte influencia ingenieril, y por lo tanto fue muy fuerte desde su origen.

Esta modalidad tuvo desde sus orígenes dos objetivos manifiestos: uno, desviar la matrícula de las modalidades mayoritarias de la educación secundaria, que se consideraban “fábricas de empleo público”; el segundo, promover mandos medios para la naciente industria, que se consideraba sería una actividad principal en el futuro del país.

En cuanto al currículum de la educación secundaria, sobre la base del trabajo de Viñao (2002) quedó establecida por los lineamientos de la Ley Garro en 1912, la que mantuvo una inmovilidad curricular y conservando sus rasgos principales hasta la reforma de 1993, a pesar de varios intentos de reforma, como el Plan Magnasco en 1899 y la reforma Saavedra Lamas en 1916. Todos fracasaron y el principal cambio que persistió en el tiempo fue la implementación en 1941, que promovió un ciclo básico común de los tres primeros años, permitiendo la movilidad de los estudiantes de una rama a la otra al promediar la educación media. Y si bien todas las modalidades tuvieron modificaciones curriculares, ellas fueron hacia el interior de las mismas, manteniendo las características semejantes a las originales.

La Educación Media en la Provincia de Santa Cruz

La evolución del Sistema Educativo Nacional en Santa Cruz no fue ajena a los diferentes vaivenes descriptos precedentemente. Desde la puesta en marcha de la primera escuela, el 2 de abril de 1957, bajo los alcances de la Ley Garro de 1912, se proyectó a partir de 1997 la necesidad de responder a las nuevas funciones que los tiempos demandaban de las escuelas, como partes integrantes del sistema educativo y como instituciones ante la sociedad. Para ello se tuvo en cuenta la implementación parcial de la Ley Federal de Educación, lo que incluía en su totalidad la EGB contemplando los 10 años de escolaridad obligatoria. En las Escuelas Secundarias no fueron implementadas; debido a una decisión estratégica, en el año 2001, se vieron obligados a pensar tanto en sus finalidades como en sus modos de organización, focalizando los nuevos escenarios sociales, culturales y económicos, con el propósito de diseñar políticas educativas adecuadas que permitan atender a la juventud de la provincia.

Por lo tanto, para resolver ese importante abanico de problemas y nuevos desafíos, se implementaron Polimodales como Bachilleratos Orientados, de tres y cuatro años en los campos

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

fundamentales de conocimientos, homologando a en el ámbito nacional los planes de estudio propuestos provincialmente.

Brevemente se detallan, en la Tabla 1, aquellos hitos que dan cuenta de la creación y la evolución de la Facultad Regional de Santa Cruz de la Universidad Tecnológica Nacional.

Tabla 1. Reseña histórica institucional de la Facultad Regional Santa Cruz

Año	Acontecimiento
1982	Creación de la Unidad Académica Río Gallegos, y Dpto. de Carreras Tecnológicas
1982	Se implementan las tecnicaturas de Auxiliar de Ingeniería en Mantenimiento Electromecánico y Auxiliar de Ingeniería en Administración Industrial
1985	Se implementan las Licenciaturas en Organización Industrial y en Mantenimiento Electromecánico
1987	Se implementa la carrera de grado
1995	Se implementa el Plan de estudios actual en Ingeniería Electromecánica
2009	Constitución en Facultad Regional Santa Cruz

Propuesta

A partir de aquí, y en función de la realidad local y regional descrita precedentemente en la Introducción a título de presentación de las instituciones intervinientes, la investigación planteó un tratamiento enmarcado en el área de anclaje empírico, denominada “Trayectorias Educativas de los Estudiantes Ingresantes al Nivel Universitario”, y en la cual se consideró como objeto de estudio: “El grado de adecuación entre los conocimientos de los alumnos y las exigencias académicas, en el ingreso y el itinerario inicial de los alumnos de 1º año de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la UTN-FRSC”.

Este objeto de estudio se basa en el supuesto principal implícito de que las trayectorias educativas de los estudiantes ingresantes al nivel universitario denotan el nivel de articulación entre ambos niveles, la que se construye principalmente en un espacio temporal que abarca el último año de la escuela secundaria y el itinerario inicial de los alumnos durante todo el primer año de la universidad, como lo expresa en su trabajo Hernández (2009) y del cual poco o casi nada se prescribe en los diseños curriculares, apuntando a lo propedéutico para la continuidad de estudios superiores .

A partir de esta referencia contextual, es muy importante destacar la consecuencia que dicha articulación determina en la continuidad del currículum, como lo manifiestan varios autores, entre ellos Ghilardi y Graffigna (2005) planteándose en el *Diseño del currículum, diseño de la enseñanza*, que la meta a lograr es la continuidad curricular en la experiencia de los alumnos. Esta continuidad vertical entre Niveles tiene como mínimo cuatro dimensiones:

- Progresión en los contenidos enseñados: necesidad de prever una secuencia lógica entre ellos.
- Continuidad en lo referido a la priorización que de diversos aspectos de los conocimientos se hace en cada área abordada.
- Transición adecuada en lo referido a las estrategias metodológicas seleccionadas, teniendo en cuenta multiplicidad de variables, fundamentalmente las que hacen a la contextualización institucional y del aula.
- Graduación en lo referido a exigencia en el trabajo de los alumnos y diferenciación en la evaluación.

En consecuencia de esto último, el presente trabajo, se focalizó en la identificación de los factores más sobresalientes que determinan la articulación entre niveles y el tratamiento de los aspectos que impactaron en el rendimiento académico, en función de la adaptación de los alumnos ingresantes al sistema universitario.

Para el tratamiento del objeto de estudio formulado, se propuso la realización de un trabajo metodológico conjunto y acoplado de ambos niveles, en función del complejo proceso multifactorial, aspirando a dar respuesta al problema que citamos a continuación.

Problema

¿Qué factores inciden, en la articulación entre la formación que brindan las ofertas educativas de nivel secundario, y la carrera de Ingeniería Electromecánica de nivel universitario de la provincia de Santa Cruz, en la UTN-FRSC?

Fue considerado interesante, novedoso e importante dar respuesta a dicho interrogante, ya que los aportes que el presente trabajo de investigación proporcionó al área de estudios propuesta, hasta hoy inexistente en el contexto referido, dieron cuenta de las trayectorias educativas de los estudiantes ingresantes, su incorporación y su evolución en el nivel superior. Esto permitió mejorar el paso de los jóvenes del nivel medio al nivel universitario, optimizando prácticas pedagógicas articuladas entre ambos niveles y constituyendo una base sólida para el desarrollo de diversas instancias de trabajo, discusión y análisis, en beneficio de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Considerando, además que las fuentes disponibles a priori, solo reflejaban acciones aisladas, independientes e inconexas, llevadas a cabo tanto por el Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Santa Cruz, como por parte de la UTN-FRSC, no aportaron sustancialmente, a través de la determinación de las causas, al tendido del puente de vinculación entre ambos niveles educativos.

A partir de estas consideraciones se establecieron las hipótesis y los objetivos.

Hipótesis

- La formación técnica de nivel secundario habilita determinadas competencias profesionales, que facilitan al egresado el ingreso a la carrera de grado Ingeniería Electromecánica, de la UTN-FRSC.
- Las competencias iniciales requeridas para el estudio de la Ingeniería Electromecánica se vinculan a resolución de problemas, lectura comprensiva, comunicación oral y escrita, relaciones interpersonales y competencias básicas de Matemática, Física, Química.
- Las acciones de acompañamiento y seguimiento que se han desarrollado en el nivel secundario facilitan la inserción de los estudiantes ingresantes a la carrera de grado Ingeniería Electromecánica, de la UTN-FRSC.
- Las acciones de acompañamiento y seguimiento que se han desarrollado en la UTN-FRSC facilitan la inserción de los estudiantes ingresantes en el ámbito universitario.
- La articulación entre el nivel secundario y el nivel superior se encuentra generalmente condicionada por la implementación de políticas educativas independientes y aisladas, aplicadas por los dos niveles involucrados.

Objetivo General

- Analizar los factores que inciden en la articulación entre, las ofertas educativas del nivel secundario, y el currículum de la carrera Ingeniería Electromecánica en la UTN-FRSC de la provincia de Santa Cruz.

Objetivos Específicos

- Determinar las diferentes ofertas académicas de nivel secundario existentes en la Provincia

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

de Santa Cruz, y sus competencias para el ingreso a la carrera de Ingeniería Electromecánica en la UTN-FRSC.

- Identificar las problemáticas vigentes en torno a la inserción de los alumnos ingresantes a la educación universitaria.
- Identificar las competencias iniciales requeridas para el estudio de la Ingeniería Electromecánica.
- Describir y comparar el rendimiento académico, de los alumnos que finalizaron primer año de la carrera de Ingeniería Electromecánica, a partir del diseño curricular de 1995, en la UTN-FRSC, en función de sus titulaciones de nivel secundario.
- Indagar las acciones de acompañamiento y seguimiento que se han desarrollado en la UTN-FRSC, y el nivel medio, para facilitar la inserción de los estudiantes en el ámbito universitario.

Esto fue analizado desde las siguientes Dimensiones vertebradoras:

- a. Dimensión Subjetiva del Estudiante
- b. Dimensión Institucional
- c. Dimensión Curricular

Desarrollo

En esta sección presentamos las alternativas metodológicas que fundamentaron o justificaron, en la naturaleza del problema formulado, el enfoque adoptado en el marco teórico y en los objetivos de la presente investigación, lo que permitió dar respuesta a los interrogantes planteados.

Caracterización de la investigación según los diferentes criterios

Enfoque paradigmático

Con este fin se llevó adelante un tratamiento estratégico-metodológico evaluativo, donde se propuso considerar la adecuación de métodos diversos y posiciones metodológicas, para promover la aplicación y combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos, como los considerados en lo publicado en Hernández Sampieri y colaboradores (2008) ya que existen al menos tres razones que respaldan la idea. En primer lugar, las investigaciones tienen por lo general propósitos múltiples, que han de ser atendidos bajo las condiciones más exigentes. Tal variedad de condiciones exige a menudo una variedad de métodos. En segundo lugar, empleados en conjunto y con el mismo propósito, los dos tipos de métodos pueden vigorizarse mutuamente, para brindarnos percepciones que ninguno de los dos podría conseguir por separado. Y en tercer lugar, como ningún método está libre de prejuicios, es necesario el empleo de múltiples técnicas para realizar las correspondientes triangulaciones; ya que ambos métodos tienen con frecuencia sesgos diferentes, es conveniente emplear cada uno para someter al otro a comprobación. Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación se encuadró en un Abordaje Metodológico Mixto.

Finalidad

En este aspecto se circunscribió en las del tipo explicativas-causales, ya que se propuso examinar la naturaleza de las relaciones, como así también la causa y eficacia de unas variables sobre otras, mediante comparaciones y análisis estadísticos.

Temporalidad

El estudio se limitó al espacio de tiempo que va desde el último año del secundario al

término del primer año del nivel universitario, por lo que se categorizó como un análisis transeccional o transversal, o también denominado de sección cruzada, cuya característica es la recolección de datos en un momento único, y cuyo propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Fuentes de datos y técnicas de recolección de información que se utilizaron

La recolección de datos relevamiento y medición, reflejada en la Figura1, se realizó inicialmente de manera cuantitativa, a través de las técnicas e instrumentos que se allí se citan, de los que previamente se logró validez, confiabilidad y objetividad de los instrumentos confeccionados, con el fin de contrastar las hipótesis propuestas y ajustarse a los objetivos investigativos:

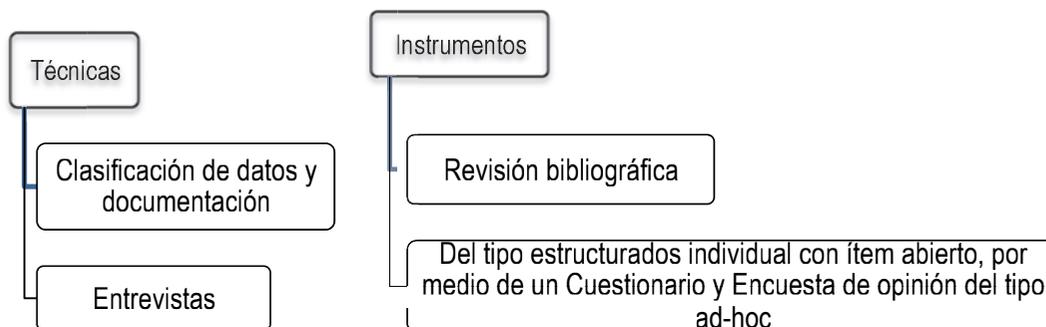


Figura 1. Técnicas e instrumentos

Técnicas de análisis de datos

El análisis de datos que se realizó se centró en técnicas estadísticas e interpretacionales desarrolladas por Hopkins (1997). Básicamente, se llevó a cabo mediante el cálculo de las frecuencias absolutas de las distintas opciones de respuesta por ítem de los cuestionarios, valores informados en cantidades y porcentajes, dado que las variables fueron de naturaleza categórica. No obstante, también se utilizaron distintas herramientas paramétricas de análisis estadístico inferencial, las que se justifican desde el Teorema Central del Límite, según el cual una gran cantidad de casos garantiza una distribución normal de los datos. Así, se implementaron:

- Prueba de chi-cuadrado, para conocer si existían diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias de distintas opciones de respuesta.
- ANOVA de un factor y prueba de igualdad de medias de Duncan (en caso de ser necesario) aplicable para finalidades iguales a la anterior, pero considerando promedios en lugar de frecuencias.
- ANOVA de un factor y prueba de igualdad de medias de Duncan (en caso de ser necesario) para triangular los datos obtenidos desde los alumnos, por un lado, y los docentes, por otro. Esto se realizó considerando las equivalencias entre los ítems de ambos cuestionarios, según se plantea, más adelante, en el cuadro de operacionalización de las variables.
- Correlaciones bivariadas (Coeficiente de correlación de Pearson) con la finalidad de analizar el grado de correlación entre las distintas variables del estudio, pero, ya habiendo realizado la triangulación de datos, se indica la correlación por tipo de participante, es decir, alumnos por un lado, docentes por otro. Inclusive, en el análisis se incluyó una variable que permite discriminar los subgrupos de participantes; por ejemplo, alumnos de último año de secundaria y alumnos que finalizan el primer año de Ingeniería Electromecánica. Se aclara que, dado que muchas de las preguntas solo se efectuaron a ciertos participantes,

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

específicamente para la muestra de alumnos (por ejemplo, sólo estudiantes universitarios), las correlaciones se efectuaron considerando estas particularidades: correlaciones entre todos los alumnos para las preguntas que así lo permitieron, correlaciones entre los alumnos de secundaria para las preguntas asociadas y correlaciones entre alumnos universitarios. (En el caso de la muestra de docentes, todos contestaron a las mismas preguntas). Por otro lado, de las correlaciones significativas, sólo se presentarán aquellas que pueden arrojar datos útiles a la problemática en cuestión, dada la necesidad de efectuar un recorte de las relaciones en tanto la gran cantidad de variables a correlacionar. Asimismo, la interpretación de las mismas se efectuará de una manera general, dado las múltiples pero comunes relaciones conceptuales (resultados interpretativos similares) en los análisis.

Herramientas Estadísticas

Para todas las pruebas de estadística inferencial, se utilizó un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$).

Primer cálculo: Análisis de la varianza de un factor

Las Tablas 2 a 4 brindan ejemplos del cálculo realizado en uno de los relevamientos.

Tabla 2. Relevamiento

Alumnos del último año de la secundaria		
Edad	Cantidad	%
17	11	22,00
18	14	28,00
19	13	26,00
20 o más	12	24,00
Total	50	100,00

Tabla 3. Resumen de cálculos

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	2	28	14	18
Fila 2	2	32	16	8
Fila 3	2	32	16	18
Fila 4	2	32	16	32

Tabla 4. Herramienta de recolección de los resultados obtenidos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6	3	2	0,10526316	0,9402690505	6,591382117
Dentro de los grupos	76	4	19	.....	.....	.....
Total	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Segundo cálculo: la prueba chi cuadrado

Devuelve el valor de la distribución chi cuadrado (χ^2) para la estadística y los grados de libertad apropiados. Devuelve la prueba de independencia. Las pruebas χ^2 pueden utilizarse para determinar si un experimento se ajusta a los resultados teóricos.

Sintaxis

PRUEBA.CHI (rango _ actual; rango _ esperado)

Rango _ actual: es el rango de datos que contiene observaciones para probar frente a valores esperados.

Rango _ esperado: es el rango de datos que contiene la relación del producto de los totales de filas y columnas con el total global.

Observaciones:

La prueba χ^2 calcula primero una estadística χ^2 utilizando la fórmula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(A_{ij} - B_{ij})^2}{E_{ij}}$$

donde: χ^2

A_{ij} = frecuencia actual en la i-ésima fila, j-ésima columna

E_{ij} = frecuencia esperada en la i-ésima fila, j-ésima columna

r = número de filas

c = número de columnas

Un valor bajo de χ^2 es un indicador de independencia. Como se puede ver en la fórmula, χ^2 siempre es positivo o 0, y es 0 sólo si $A_{ij} = E_{ij}$ para todo i, j .

PRUEBA.CHI devuelve la probabilidad de que un valor de la estadística χ^2 como mínimo tan elevado como el valor calculado mediante la fórmula anterior pueda haberse producido al azar en el supuesto de independencia. Al calcular esta probabilidad, PRUEBA.CHI utiliza la distribución χ^2 con un número adecuado de grados de libertad, df . Si $r > 1$ y $c > 1$, entonces

$df = (r - 1)(c - 1)$. Si $r = 1$ y $c > 1$, entonces $df = c - 1$ o si $r > 1$ y $c = 1$, entonces $df = r - 1$.

$r = c = 1$ no está permitido y se devuelve #N/A. La Tabla 5 resume los datos pertinentes.

Tabla 5. Herramienta de recolección de los resultados obtenidos

Prueba.CHI		
Distribución de Chi Cuadrado χ^2	Grados de libertad	Prueba de Independencia: probabilidad
0,400	3	0,940

Diseño de la investigación: población y muestras

Se propuso, dentro del tipo de muestras probabilísticas, un muestreo estratificado, que se refiere al procedimiento de agrupar las unidades de muestreo en estratos, ya que se conocen ciertas características de la población con la que se trabajó. El reparto de la muestra fue del tipo afijación no proporcional, considerando la proporcionalidad del número de elementos de cada estrato según el estudio publicado por Ander-Egg, (1995) y las diferentes técnicas de análisis descriptas en la obra de Yuni y Urbano (2006). Los estratos resultarán heterogéneos entre sí y homogéneos en su interior y constituidos de la siguiente manera:

- Alumnos del último año de diferentes modalidades de la formación secundaria.
- Alumnos ingresantes de 1° año de Ingeniería Electromecánica en la UTN-FRSC.
- Alumnos que finalizaron el 1° Año de Ingeniería Electromecánica o Ingeniería Industrial.
- Docentes del último año de diferentes modalidades de la formación secundaria.
- Docentes con desempeño profesional, en el primer año de la formación Universitaria en Ingeniería Electromecánica o Ingeniería Industrial de la UTN-FRSC

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

- Docentes con desempeño profesional en el Seminario de Vinculación Universitaria (SVU) o Curso de Ingreso en la UTN-FRSC.

Operacionalización de las variables del estudio

Esta actividad se desarrolló siguiendo fielmente las bases técnicas establecidas en el trabajo realizado por Bernal y Marquis (2004) por las similares características del mismo. Las dimensiones de análisis se indican en la Tabla 6.

Tabla 6. Dimensiones de análisis

Dimensión del Estudiante		Dimensión Institucional		Dimensión Curricular
Tipos de Condiciones		Políticas Institucionales		Tipos de Articulaciones
Personales	Cognitivas	Tipos de Instituciones	Articulación de Niveles	Concepciones, Condiciones y Representaciones sobre la Articulación
Indicadores				
<ul style="list-style-type: none"> • A partir de lo prescrito en los diseños curriculares se analizaron los siguientes indicadores: • Competencias básicas en Física, Matemática, Química, Sistemas de Representación e informática, específicas y profesionales • Método de estudio propio, hábitos intelectuales, uso de las TICS, investigación bibliográfica, Resolución de problemas • Auto-imagen como alumno/a Interés por el estudio, relaciones interpersonales • Titulación de nivel medio, notas y calificaciones • Comunicación oral y escrita, lectura comprensiva, idioma inglés • Motivos de elección de la carrera y expectativas como alumno universitario • Acceso a oportuna orientación vocacional profesional, calidad y fuentes de la información sobre la carrera elegida, expectativas como alumno universitario • Grado de dificultad esperado, nivel de deserción, rendimiento académico, durante y finalizado el 1° Año de IEM • Identificación y medición del impacto, de diferentes acciones, desarrolladas desde los ámbitos institucionales involucrados, responsables, destinatarios, duración, resultados, y otros..... 				

Plan de Trabajo y Cronograma

El plan de trabajo se desarrolló completamente en ocho trimestres, en función de la factibilidad y disponibilidad de cada una de las actividades programadas y establecidas, para todo el proceso de investigación.

Análisis y discusión de los resultados obtenidos

Se muestran en la Figura 2 algunos de los resultados obtenidos de los diferentes aspectos considerados y evaluados en el presente trabajo de investigación, y reflejados en la Figura 1, con el objeto de aportar a la discusión del problema principal en función de la articulación de ambos niveles, como lo proponen varios autores, pero específicamente, en el presente caso, lo que establece en su obra Toribio (2000).

En lo referente a las competencias requeridas para la carrera IEM, los alumnos encuestados respondieron que resultan Muy Requeridas, en primer lugar, la organización (95%), el contar con conocimientos técnicos previos (82%) y la capacidad para la resolución de problemas (80%). Luego las competencias básicas en ciencias exactas, el pensamiento crítico (77%), el pensamiento analítico (76%) y el pensamiento abstracto-formal (77%), entre las respuestas más frecuentes.

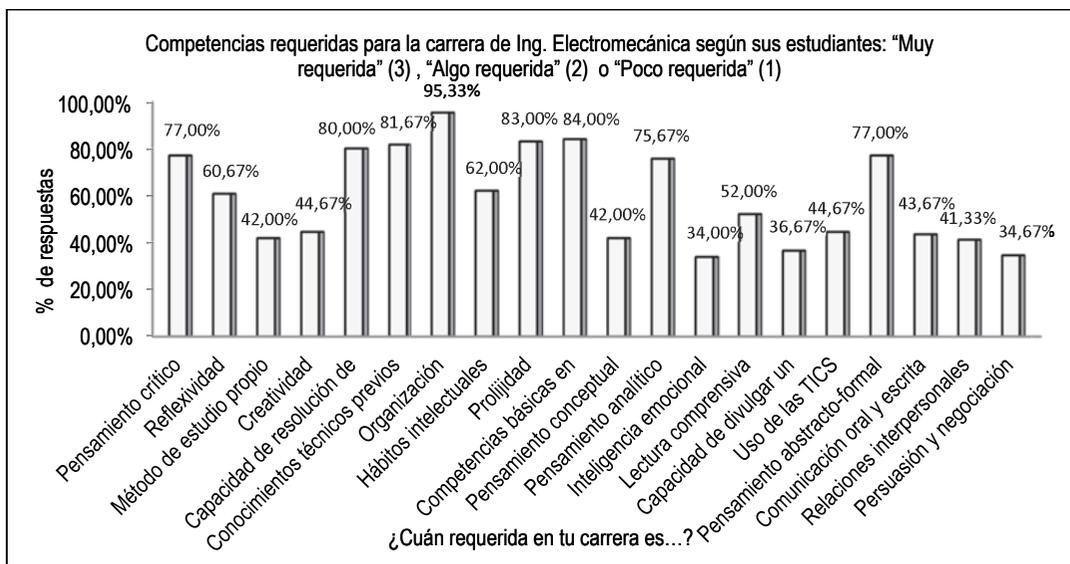


Figura 2. ¿Cuán requerida en tu carrera es...?

Desde el ANOVA univariado se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los grados de requerimiento de las distintas competencias ($F_{19,1180}=20,717$; $p=0,000$), permitiendo identificar los siguientes subconjuntos homogéneos desde la prueba de Duncan, ordenados de mayor a menor requerimiento:

1. Organización, Competencias básicas en ciencias exactas, Prolijidad, Conocimientos técnicos previos, Capacidad de resolución de problemas.
2. Competencias básicas en ciencias exactas, Prolijidad, Conocimientos técnicos previos, Capacidad de resolución de problemas, Pensamiento abstracto-formal, Pensamiento crítico, Pensamiento analítico.
3. Pensamiento abstracto-formal, Pensamiento crítico, Pensamiento analítico, Hábitos intelectuales.
4. Hábitos intelectuales, Reflexividad, Lectura comprensiva.
5. Lectura comprensiva, Uso de las TICS, Creatividad, Comunicación oral y escrita, Pensamiento conceptual, Método de estudio propio, Relaciones interpersonales, Capacidad de divulgar un conocimiento.
6. Uso de las TICS, Creatividad, Comunicación oral y escrita, Pensamiento conceptual, Método de estudio propio, Relaciones interpersonales, Capacidad de divulgar un conocimiento, Persuasión y negociación, Inteligencia emocional.

Es decir, si bien se halló solapamiento entre las distintas competencias, las más requeridas son la Organización, Competencias básicas en Ciencias Exactas, Prolijidad, Conocimientos Técnicos previos y Capacidad de resolución de problemas.

Nuevamente se postula la necesidad de vinculación de las carreras de Ingeniería con los conocimientos técnicos durante el secundario, y se destacan competencias que se entienden como clave para el buen desempeño en el área y que se vinculan normalmente a las Ciencias Exactas.

En la Tabla 7 se presenta un recorte de los resultados obtenidos correspondientes al análisis referido.

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

Tabla 7. Análisis comparativo entre las competencias requeridas y presentes, según percepciones de los alumnos

Competencia	Requerimiento promedio	Presencia promedio	Resultados del ANOVA
Pensamiento crítico	2,31	2,56	F1,118=1,217; p=0,285
Reflexividad	1,82	2,54	F1,118=5,285; p=0,031*
Método de estudio propio	1,26	1,54	F1,118=1,249; p=0,276
Creatividad	1,34	1,48	F1,118=0,488; p=0,490
Resolución de problemas	2,40	2,43	F1,118=0,008; p=0,929
Conocimientos previos	.....	.....	.....
Otras	.....	.....	.....

Es decir, se hallaron varias diferencias en lo que respecta al requerimiento y la presencia de las competencias, en tanto los siguientes parámetros de cambio:

- Mayor presencia que requerimiento: Reflexividad, Inteligencia emocional, Capacidad de divulgar un conocimiento, Relaciones interpersonales, Persuasión y negociación.
- Mayor requerimiento que presencia: Conocimientos técnicos previos, Organización, Hábitos intelectuales, Prolijidad, Competencias básicas en ciencias exactas.

En la Tabla 8 se resumen los resultados promedio obtenidos para alumnos y docentes, y los datos de los ANOVAs univariados, al comparar las respuestas de ambos actores. Al igual que en la tabla anterior, en esta tabla se presenta un recorte de los resultados obtenidos correspondientes al análisis referido y reflejados en la Figura N°3.

Tabla 8. Análisis comparativo entre las competencias requeridas y presentes, según percepciones de los docentes

Competencia	Requerimiento promedio	Presencia promedio	Resultados del ANOVA
Pensamiento crítico	2,54	1,34	F1,88=52,293; p=0,000*
Reflexividad	2,34	1,26	F1,88=23,600; p=0,000*
Método de estudio propio	2,52	1,21	F1,88=33,713; p=0,000*
Creatividad	1,61	1,54	F1,88=0,078; p=0,783
Resolución de problemas	2,75	1,12	F1,88=126,058; p=0,000*
Conocimientos previos	.....	.....	.....
Otras	.....	.....	.....

A su vez, al ofrecerles un listado de problemas para el ingresante a IEM, la mayoría (27%) respondió que el mayor problema es que “los estudiantes traen del secundario conocimientos insuficientes” y en segundo lugar señalaron la “Inadecuación entre el saber del secundario y el de la universidad”, en consonancia con lo expuesto anteriormente.

Como podría estipularse, considerando la totalidad de los problemas se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) desde la prueba de chi-cuadrado ($\chi^2=18,633$; $p=0,005$; para 6 grados de libertad), lo cual se justifica desde la equivalencia estadística entre los cinco problemas más frecuentes ($\chi^2=5,091$; $p=0,278$; para 4 grados de libertad), es decir: Los estudiantes traen del secundario conocimientos insuficientes. Solapamiento del estudio con el trabajo. Inadecuación entre el saber del secundario y el de la universidad. Presión del estudiante para rendir en la universidad. A los estudios universitarios se suma en muchos casos una vida familiar (hijos, esposa, etc.). En otras palabras, los problemas más importantes que afectan el ingreso del estudiante universitario son de variada naturaleza,

relacionados tanto con la educación secundaria, el desempeño profesional y la dinámica familiar.

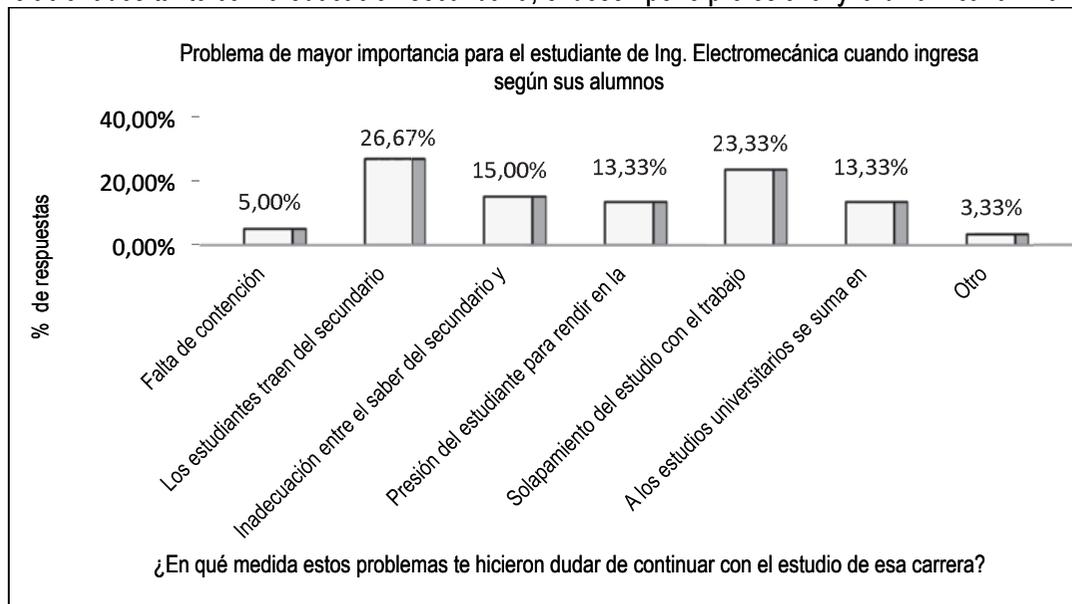


Figura 3. ¿Cuál crees que es el problema más importante..... ?

Triangulación entre los resultados de los cuestionarios a alumnos y docentes

Según se indicara anteriormente, a modo de validación de los resultados hallados en cada cuestionario, los mismos se triangularon mediante ANOVAs univariados, y en tanto la operacionalización de las variables presentada.

Así, en la Tabla 9 se indican las correspondencias específicas entre los ítems evaluados en los alumnos y en los docentes. Del mismo modo presentamos a continuación en esta tabla, un recorte de los resultados obtenidos correspondientes al análisis referido.

Tabla 9. Resumen de resultados promedio y ANOVAs entre competencia requerida

Competencia	Promedio Alumnos	Promedio Docentes	Resultados de ANOVA
Pensamiento crítico	2,31	2,54	F1,153=1,266; p=0,273
Reflexividad	1,82	2,34	F1,153=2,236; p=0,150
Método de estudio propio	1,26	2,52	F1,153=24,411; p=0,000*
Creatividad	1,34	1,61	F1,153=1,434; p=0,242
Resolución de problemas	2,40	2,75	F1,153=2,010; p=0,172
Conocimientos previos	.....	.....	.....
Otras	.....	.....	.....

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

Finalmente, sólo se hallaron discordancias entre los actores encuestados, respecto de las siguientes competencias:

- Método de estudio propio.
- Pensamiento conceptual.
- Comunicación oral y escrita.

En estas tres competencias se halla que las percepciones de los docentes tienden, en todos los casos, a reconocerlas como más requeridas en la carrera de Ingeniería Electromecánica, en comparación con los alumnos.

Por su parte, la mayoría de las competencias encuentra percepciones estadísticamente equivalentes entre los docentes y alumnos, corroborando así los resultados particulares para cada una de ellas, según se han dispuesto en apartados anteriores.

Respecto del segundo caso, se recuerda que se evaluó el grado de posesión de las competencias algo o muy requeridas, mediante la escala “Definitivamente poseo (poseen) esta competencia” (3), “Parcialmente poseo (poseen) esta competencia” (2) y “No poseo (poseen) esta competencia”, indicando entre paréntesis la alternancia entre la opción de respuesta a alumnos y a docentes, respectivamente.

Correlaciones bivariadas

Según se recuerda en el planteamiento de análisis de los datos (correlaciones bivariadas), las correlaciones bivariadas se efectuaron en función a los grupos de alumnos, en tanto sobre las respuestas de los cuestionarios, se realizaron los análisis correlacionales.

Así, se hallaron distintas correlaciones estadísticamente significativas, cuyos resultados estadísticos se disponen en la Tabla 10.

Se aclara de antemano que de las distintas correlaciones significativas sólo se presentaron aquellas que permitieron arrojar datos interpretativos sobre la problemática del estudio, según ya se anticipó en la metodología del trabajo. Esta aclaración es válida para todos los análisis, ya que una observación superficial sobre los mismos permitió identificar un gran volumen de relaciones significativas, muchas de las cuales no eran pertinentes de desarrollar en este estudio. Así, se descartaron, por ejemplo, relaciones con la dificultad percibida con carreras de Arquitectura, Ciencias Sociales, Carreras Artísticas, etc.

Se dispone en la Tabla 11 un recorte del análisis correccional y las interpretaciones generales estadísticamente significativas e interpretaciones para todos los alumnos

Tabla 10. Análisis correlacional

Variables		Resultados
Grupo de alumnos	Edad	r=0,749; p=0,000
	Sexo	r=0,313; p=0,001
	Materias llevadas a examen final durante la secundaria	r=-0,248; p=0,009
	Materias previas durante la secundaria	r=0,290; p=0,002
	2º materia informada como dificultosa durante la secundaria	r=0,282; p=0,003
	Dificultad percibida en las Ciencias Exactas en la universidad	r=0,362; p=0,000
	Hago lo necesario para que me vaya bien estudiando poco	r=0,326; p=0,001
Edad	Sexo	r=0,367; p=0,000
	Materias previas durante la secundaria	r=0,233; p=0,014
	Dificultad percibida sobre las Ciencias Exactas en la universidad	r=0,346; p=0,000
Otras	.....	.....

Tabla 11. Correlaciones estadísticas e interpretacionalmente significativas para todos los alumnos

Correlaciones bivariadas para las variables comparables de todos los alumnos						
	Tipo de educación secundaria			Promedio académico en la secundaria		
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
En la secundaria se aprende mucho de literatura y humanidades pero poco de conocimientos técnicos	-,050	,601	110	,004	,969	110
Me resulta fácil el estudio pero no le dedico tiempo	-,029	,765	110	-,161	,092	110
Hago todo lo necesario para que me vaya lo mejor posible estudiando lo menos posible	-,143	,135	110	-,187	,051	110
Creo que haber ido a la secundaria me dará los conocimientos para empezar la universidad sin problemas	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Otras	.....	.....	.....	.....	.....	.....

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

En función a las anteriores correlaciones estadísticamente significativas, pueden puntualizarse las siguientes interpretaciones generales y comunes relacionadas con la problemática de estudio:

- A mayor grado de escolaridad de los alumnos, mayor es la cantidad de los mismos que son de sexo masculino, indicando una mayor tendencia de éstos a ingresar en la carrera de Ingeniería Electromecánica. Adicionalmente, mayor es la cantidad de varones que tienden a estudiar en escuelas secundarias técnicas, asociándose a ello la preocupación por adquirir conocimientos técnicos.
- A mayor nivel de escolaridad de los alumnos, mayor es la dificultad percibida sobre el estudio de las materias de Ciencias Exactas en la universidad, ello indicando que los alumnos universitarios están conscientes de lo que implica estudiar Ingeniería Electromecánica, pudiendo afirmar que la perciben como una carrera difícil (en lo que hace al estudio de materias como matemática, física, etc.). No obstante, si bien los alumnos pretenden obtener un buen rendimiento académico, afirman estudiar lo mínimo y suficiente para aprobar los exámenes. Esto ocurre para alumnos que se presentaron con una mayor tendencia a no llevarse materias a exámenes finales o previos durante la secundaria, y que tendieron a no reconocer como dificultosa materia alguna durante dicho período, así ratificando la complejidad de la carrera de Ingeniería Electromecánica.
- A mayor cantidad de alumnos que estudian o estudiaron en escuelas secundarias no técnicas, mayor es la percepción de un nivel institucional inadecuado frente a las exigencias

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

de la universidad. Es decir, puede interpretarse que el ingreso a la universidad se ve dificultado por el ineficiente nivel educativo en la secundaria.

- Se halló una correlación positiva que indica que a mayor promedio académico en la secundaria, mayor es el acuerdo sobre que el rendimiento en la secundaria no se relaciona positivamente con aquél en la universidad. En otras palabras, se confirma, en cierto modo, el desajuste entre los niveles secundario y universitario, ello favoreciendo la existencia de problemas al ingreso en el último.
- La dedicación de poco tiempo al estudio de materias propias de la Ingeniería Electromecánica puede deberse a la enseñanza pobre de conocimientos técnicos en la secundaria, lo que se podría justificar, también, desde el perfil de alumnos universitarios hallado.

Conclusiones

Desafíos y Posibilidades

En el presente trabajo, se abordó un análisis respecto de las características del intersticio existente entre ambos niveles educativos, el desarrollo de propuestas de promoción, y de la articulación entre los mismos, con el objeto de aportar a un debate que es cada vez más urgente, y que demanda desde los distintos niveles de especificación curricular, acuerdos y decisiones concretas.

Se presenta entonces como necesario, desde el análisis de la discusión y los objetivos planteados, el desarrollo de un trabajo conjunto, para brindar una mayor seguridad a los estudiantes que deciden estudiar una carrera universitaria y fomentar una disminución de los niveles de deserción.

Esto presenta claramente en las representaciones y expectativas de los alumnos y los docentes una disonancia que implica una zona de riesgo.

A partir de esto, presentamos las características más destacadas:

Con respecto al currículum de Ingeniería electromecánica se observó la necesidad de proponer los siguientes desafíos:

1. Integrar y articular el currículum de Ingeniería Electromecánica.
2. Fortalecer el desarrollo de competencias y habilidades como trabajo en equipo, comunicación, autonomía en el aprendizaje, innovación y emprendimiento.
3. Integrar explícitamente la investigación en todos los niveles de formación.
4. Propiciar la apertura, articulación y colaboración con los niveles de educación, primario y secundario en ciencias, matemáticas y tecnología.
5. Incorporar aspectos como formación en docencia de profesores.
6. Intensificación del perfil del egresado, a partir de oportunidades de aprendizaje fuera de las aulas, apoyados en los actuales diseños curriculares y planes de estudios de ambos niveles con la implementación de las PP.

En cuanto a los conocimientos involucrados en la formación técnica de nivel secundario, puede afirmarse que la misma habilita en determinadas competencias profesionales, que facilitan al egresado el ingreso a la carrera de grado Ingeniería Electromecánica de la UTN-FRSC. Este resultado nos estaría indicando que este dato podría ser considerado desde tres posibles formas o desafíos:

1. Iniciando la orientación tempranamente en el secundario orientado.
2. Proponiendo que las acciones de vinculación se transformen en un trayecto específico intermedio.
3. Alternativamente, habilitando la implementación de un itinerario de formación complementaria opcional, para todas las orientaciones del secundario.

Por otra parte, y específicamente en cuanto a las competencias iniciales requeridas para el estudio de la Ingeniería Electromecánica, si bien inicialmente los estudiantes encuestados, no atendieron a la necesidad de desarrollar la comunicación oral y escrita como competencia para la carrera de IEM. La comunicación oral y escrita, se encuentra dentro de las capacidades que propicia el “pensamiento superior”, ya que permite acceder al desarrollo del pensamiento conceptual, se determinó de manera concreta, que las mismas se vinculan a la resolución de problemas, lectura comprensiva e investigación bibliográfica, comunicación oral y escrita y relaciones interpersonales, idioma inglés, competencias básicas de Matemática, Física, Química, Sistemas de Representación e Informática, las que exceden ampliamente a cualquiera de las formaciones secundarias, independientemente de las orientaciones.

Y aunque en el análisis específico de la dimensión institucional se ha destacado que el sistema educativo no dio respuestas al problema del intersticio entre los niveles medio y superior, hay no obstante marcadamente una clara conciencia del problema.

Por otra parte, llama la atención que, a la fecha, no haya un programa inherente en el ámbito nacional, o al menos de alcance provincial o regional patagónico, para afrontar la transición entre niveles, y que incluya concretamente los conocimientos que tienen que ver con la complejidad de los esquemas construidos.

Por último, considerando la vigencia de la Ley Nacional de Educación, la Ley de Educación Técnica Profesional, y la reciente aprobación de la ley Provincial de Educación de la Provincia de Santa Cruz, y la cercana Modificación de la matriz Productiva Provincial, y por lo tanto la imperiosa necesidad de contar con nuevos perfiles de egresados, preguntamos:

¿Será éste el momento, para propiciar un trabajo integral y articulado de nuestro sistema educativo, en beneficio de nuestros alumnos y de nuestra sociedad toda?

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica Nacional, porque a través de la gestión conjunta entre la Facultad Regional de Avellaneda y la Facultad Regional de Santa Cruz para la implementación de la Maestría en Gestión de Educación Superior, nos han permitido generar un aporte hasta hoy inexistente, y que esperamos sea de utilidad para instaurar acciones de articulación de todos los niveles que forman del Sistema Educativo de la provincia de Santa Cruz.

Referencias

ANDER-EGG, E. (1995). *Cómo elaborar un proyecto* (2° edición) (76-121). Ed. Lumen. Bs. As. Argentina.

BERNAL, M.; MARQUIS., C. (2004) *La agenda universitaria* (Colección Educación Superior). (1-63). Ed. Universidad de Palermo. Buenos Aires. Argentina.

GALLART, MARÍA ANTONIA (2003). *Génesis de la Escuela Industrial. La escuela técnica industrial en Argentina*. (22-138). Publicaciones Cinterford/OIT. Montevideo. Uruguay.

GHILARDI, A.; GRAFFIGNA, A. (2005). *De la secundaria a la universidad*. (101-132). Ed. Facultad de Educación. Universidad Católica de Cuyo. Mendoza, Argentina.

HERNÁNDEZ, L. E. (2009). *La Articulación Educativa*. Boletín del Colegio de Psicólogos de la Provincia de Buenos Aires, 2-3. Ed. Colegio de Psicólogos de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R; FERNÁNDEZ-COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P.. (2008). *Metodología de la Investigación* (178-356). Ed. McGraw Hill Interamericana S.A., D.F. México.

La incidencia de los conocimientos construidos en el trayecto de la educación secundaria, en el ingreso a la carrera de ingeniería electromecánica.

HOPKINS, K. (1997). *Estadísticas Básicas para las ciencias sociales y del comportamiento*, 3° Edición. (189-214). Ed. Prentice Hall Pearson Educación. D.F.México.

TORIBIO, D. (2000) *La universidad y la articulación del sistema educativo* (22-71). Ed. Universidad Nacional de Lanús. Buenos Aires, Argentina.

VIÑAO, A. (2002). *Continuidades y Cambios. Sistemas educativos, culturas escolares y reformas*. (178-254). Ed. Morata. Madrid, España.

YUNI, J.; URBANO, C. (2006). *Técnicas para investigar*, Volumen 2 (2a. edición). (27-116). Ed. Brujas. Córdoba, Argentina.

LA UNIVERSIDAD Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO SOCIOPRODUCTIVO DESPUÉS DE LA CRISIS DE 2001 EN ARGENTINA¹

Jorge Calzoni

Universidad Nacional de Avellaneda, España 350, Avellaneda. Provincia de Buenos Aires, Argentina

Correo electrónico: jcalzoni@undav.edu.ar

Recibido el 2 de julio de 2013; aceptado el 19 de julio de 2013

Resumen

Se estudian las relaciones entre la universidad y el medio socio-productivo. Se consideran la función extensión universitaria y los actores socio-productivos, en el marco de sus interacciones. Se caracteriza a la extensión universitaria de la UTN FRA, para luego entenderla en el período considerado, teniendo en cuenta acciones e intereses puestos en juego por parte de los actores que constituyen el medio socio-productivo del Conurbano Sur. Se mencionan los distintos modos con los que se denomina a la extensión y se hace un recorrido histórico en el desarrollo del mismo. La extensión lleva a vincular la universidad con diferentes actores sociales y políticos adquiriendo significado a través de estos vínculos. Dicha relación adquiere distintas características según los momentos históricos, sociales y políticos. Se analiza el caso de la Universidad Tecnológica Nacional, y en particular la Regional Avellaneda, en lo que respecta a esta relación universidad-medio socioproductivo en el marco de las políticas y la legislación formuladas en Argentina, hasta llegar a los años dos mil. Se concluye destacando que la extensión desde la universidad en los noventa respondía a la transferencia primordialmente hacia el sector empresarial. A partir de 2001 se inaugura una nueva etapa: la vinculación con el sector empresarial se realiza con el objetivo de dar respuesta a problemáticas sociales a través de la articulación de entidades públicas, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil. El intercambio entre las universidades y el Estado nacional se vuelve cada vez más fluido y encuentra más puntos comunes de interés.

Palabras claves: Extensión universitaria – Universidad - Empresa - Vinculación tecnológica – Medio socioproductivo

Abstract

The relations between the university and the socio-productive environment are studied. The university extension function and the socio-productive players are considered within the framework of interactions developed among them. The university extension of the National Technological University – Avellaneda Regional School (UTN FRA, from its acronym in Spanish) is characterized and then analyzed in the period considered, taking into account the actions and interests involved, carried out by the players who constitute the socio-productive environment of the Southern metropolitan areas. The different names given to the extension are mentioned, and a historical account of its development is outlined. The extension connects the university with different social and political players; it acquires significance through these connections. This relationship presents different characteristics, depending on the historical, social and political moments. The case of the

¹ Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por el autor para aspirar al grado de Magíster en Gestión de la Educación Superior, bajo la dirección de Marta Arana y la codirección de Patricia Domench. Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

National Technological University is analyzed and the Avellaneda Regional School, in particular, in connection with this university - socio-productive environment relation within the framework of the policies and legislation put in place in Argentina until the two thousand decade. As a conclusion, it is emphasized the fact that the university extension in the nineties referred to the transfer primordially to the corporate sector. A new stage started in 2001: the link with the corporate sector is based on the purpose of giving answer to social issues through the articulation of public agencies, private companies and civil society organizations. The exchange between universities and national State is increasingly fluent and it finds more points of common interest.

Keywords: University extension – University - Enterprise - Technological link – Socio-productive environment

Introducción

Ya desde las indagaciones preliminares relacionadas con el presente trabajo se observó la necesidad de vincular la universidad y el medio socio-productivo en la configuración de un proyecto de innovación para el desarrollo de los países de América Latina, en general, y de nuestro país en particular. Es necesario que la política de Estado de los países latinoamericanos se comprometa en insertar la ciencia, la tecnología y la universidad en los proyectos de país que desarrollen. Los factores prioritarios para el crecimiento serían: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica. Se suma a este complejo la universidad pública desde su función de investigación y extensión.

Se estudian aquí las relaciones entre la universidad y el medio socio-productivo. Para ello se considera la función *extensión universitaria* y los actores socio-productivos, en el marco de las interacciones desarrolladas entre ellos considerando antecedentes históricos. El análisis se realiza desde un estudio de caso constituido por la *UTN FRA en su relación con el medio socio-productivo del Conurbano Sur durante el período 2002-2006*, destacando el punto de inflexión que marca la crisis de 2001.

Se caracteriza en líneas generales a la extensión universitaria de la UTN FRA para luego entenderla a partir del 2001, considerando también las acciones e intereses puestos en juego por parte de los actores que constituyen el medio socio-productivo del Conurbano Sur. En este aspecto se hace referencia a la relación entre vinculación tecnológica y extensión, que sobre todo en IUTN estuvo vigente antes de los años noventa, explicando también cómo se dio esta relación en las universidades en general.

Finalmente, se destacan aspectos a tener en cuenta para implementar la extensión según las características de las universidades y las demandas de la sociedad, desde una perspectiva más amplia y pertinente para desarrollar el sentido que dicha extensión necesita como una función principal de la universidad.

Algunos antecedentes y otras experiencias

La historia de la extensión universitaria tiene sus orígenes en Inglaterra. En nuestro país la primera universidad en adoptar formalmente esta función fue la de La Plata, en 1905. La reforma universitaria ocurrida en Córdoba en 1918 incluye la salida de la universidad más allá de sus muros, como una de las diez reivindicaciones centrales del movimiento estudiantil. Pero recién con la sanción de la ley 13031, el 26 de septiembre de 1947, durante el primer gobierno peronista, se hace mención a la función *vinculación* en una normativa nacional.

Luego del golpe que derroca al gobierno en 1955, se crea, en 1956, el primer Departamento de Extensión Universitaria de la Universidad de Buenos Aires (UBA). En ese marco, se crea el

primer centro de desarrollo comunitario, localizado en la Isla Maciel, más conocido como Proyecto Maciel, dirigido por Amanda Toubes.

Con Rodolfo Puiggrós como rector de la UBA en 1973, se crearon los Centros Pilotos de Investigación Aplicada (CEPIA). A modo de ejemplo, en lo que hace a urbanización, en el barrio Saavedra se remodelaron viviendas en estado precario y se construyó un centro recreativo; en el Bajo Flores se implementaron tareas de infraestructura y en Lugano se relevó la zona para desarrollar un plan de viviendas, una escuela y un centro de salud junto al movimiento villero de la localidad. En lo que a educación respecta, se remodeló el Hospital de Clínicas; se instalaron guarderías en las Facultades; se desarrolló un proyecto de investigación sobre deserción y repetición escolar, dirigido por Emilia Ferreiro; se dictó un seminario sobre recuperación de repetidores y se trabajó en la formación de promotores educacionales comunitarios. El régimen militar iniciado en 1976 acota la función de la universidad a la formación académica e investigación, dejando a la extensión relegada, asociada a focos subversivos.

Con la vuelta de la democracia, la decisión del gobierno central es no intervenir con políticas activas (como modo de preservar la autonomía universitaria, legado de la Reforma del 18 que el gobierno radical recupera como bandera de identidad dentro de las instituciones universitarias). El resultado fue que cada universidad debía dar respuesta autónomamente a sus problemáticas internas. De este modo, el periodo inmediatamente posterior a la caída de la dictadura se caracteriza por la ausencia de políticas consensuadas entre la universidad y el Estado. En extensión universitaria sólo existen experiencias aisladas. Por ejemplo, en la UTN FRA se realizó un trabajo de urbanización en los barrios San Jorge y Nueva Ana de Avellaneda, a partir de un grupo de estudiantes pero sin que existiera un programa desde la Facultad.

En la década de los años 90, el concepto de *extensión universitaria* queda reducido al de *transferencia*. El vínculo de la universidad con la sociedad queda entonces expresado a través de la categoría *Responsabilidad Social Universitaria*, de origen economicista. Es así que, en nombre de esta responsabilidad y de la eficiencia económica, se firman contratos entre las empresas y las universidades, con el objetivo de abastecer al mercado de profesionales altamente calificados para el consumo empresarial.

A partir de la crisis de 2001, la extensión universitaria empieza a enfocarse nuevamente respecto de la vinculación con el sector empresarial, pero esta vez no desde un paradigma economicista, sino con el objetivo de dar respuesta a problemáticas sociales concretas a través de la articulación de entidades públicas, empresas privadas y organizaciones de la sociedad civil, como las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs).

Durante 2002 el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) presentó, en la Comisión de Educación de la Honorable Cámara de Diputados de la Nación, un Proyecto de Ley —que fue aprobado— a través del que se nominaba a las universidades nacionales como consultoras privilegiadas de los organismos del Estado nacional. A su vez, desde el Estado central se fomenta el crecimiento de las actividades de extensión, que aparecen cada vez más vinculadas con la función académica.

De este modo, 2001 inaugura una nueva etapa, en la que el intercambio entre las universidades y el Estado nacional se vuelve cada vez más fluido y encuentra cada vez más puntos comunes de interés.

La extensión universitaria y la vinculación universidad-medio socioproductivo

En la última década los estudios sobre la universidad se incrementan; se realizan encuentros y congresos, existen equipos de investigación y publicaciones relacionadas con la temática. Sin embargo, en el área de extensión universitaria existe un largo debate, no hay un desarrollo

sistematizado de la temática en sí misma desde lo teórico o en su relación con el medio en el cual se inserta.

Muchas universidades hablan de *transferencia*, *extensión* y *vinculación con el medio*, como si fueran sinónimos. Esto se refleja, incluso, en el organigrama institucional. En definitiva, conocemos la extensión por los aportes de los estudios de casos y de los actores que lo componen.

Es menester diferenciar la *transferencia* de la *extensión*, como dos posibles formas de vinculación entre la universidad y su entorno. El concepto de *transferencia* remite a una modalidad de vinculación entre las universidades y las empresas, tales como la prestación de servicios, lo cual genera recursos financieros para las instituciones universitarias y proveen de recursos técnicos y humanos a las empresas. La función *extensión universitaria*, en cambio, no limita su accionar a la mera transferencia de servicios y obtención de bienes, sino que es mucho más amplia e implica una óptica de la problemática universitaria que contempla no sólo la dimensión económica, sino también política, cultural y social.

El Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional, en su última versión del 14/09/11, en el TÍTULO VII, EXTENSIÓN UNIVERSITARIA, establece:

ARTÍCULO 129 – La extensión universitaria abarca el conjunto de acciones que determinan la efectiva inserción de la Universidad con el cuerpo social que la contiene.

ARTÍCULO 130 – La extensión universitaria incluye:

1. Actividades similares, dirigidas a graduados o no graduados sobre materias aisladas, grupos de materias afines, o campos de especialización, como así también sobre aspectos de orden humanístico, social y cultural.
2. Cursos de formación continua y actualización permanente como expresión de mayor nivel académico de las actividades mencionadas en el inciso precedente. La Extensión Universitaria propondrá actividades de posgrado dirigidas a la mejor formación de graduados de la Universidad.
3. Actividades de desarrollo tecnológico, de locación de servicios y de obras formalizadas a través de convenios propuestos por las Facultades Regionales y/o Rectorado y organismos de su dependencia y aprobados por el Consejo Superior, con organizaciones o empresas del Estado o privadas, respetando el interés nacional, y la actividad privada de los profesionales de la ingeniería.
4. Convenios de complementación con otras universidades, formalizados e implementados en la forma indicada en el inciso precedente.
5. Desarrollo de actividades de acción social, salud y deportes.
6. Toda otra actividad complementaria que haga a la interacción con la comunidad.

La UTN tiene una larga trayectoria en extensión y vinculación con el medio y, como se observa, la definición estatutaria es amplia y ocupa un espacio importante dentro de la redacción del mismo.

Históricamente, a partir del siglo XIX, la extensión universitaria ha formado parte, junto con la investigación y la formación académica, de las funciones primordiales de la universidad moderna.

Pero como no hay un desarrollo sistematizado o un consenso acerca de la extensión en sí misma desde lo teórico, tampoco existe una definición de instrumentos metodológicos adecuados para su estudio. Estos temas no se incluyen en los diseños curriculares, con lo cual se trata de aportes a través de estudios de casos, y en distintas universidades se habla como sinónimos de *extensión*, *transferencia* y/o *vinculación*.

En el estudio del medio socio-productivo con el que interactúa la universidad, se destaca el rol de los municipios como actores centrales. En la última década éstos necesitaron plantearse la superación de su tradicional perfil de simples administradores de servicios urbanos, para asumir

nuevas responsabilidades ligadas a la gestión de políticas sociales, ambientales y de promoción económica y del empleo (Tecco, 2002).

Estos cambios fueron implementados con mayor énfasis a partir de la década de los años 90, en un contexto con limitaciones técnicas y presupuestarias que llevó a re-significar las funciones del gobierno local. De este modo, se incentivó la difusión de nuevas modalidades de gestión, basadas en la concertación público – privada y la participación de actores no estatales en el diseño y la implementación de políticas públicas, alentando la adopción de herramientas tales como la planificación estratégica participativa, los presupuestos participativos o la creación de organizaciones gestionadas conjuntamente por el Estado y los sectores empresariales, entre otras.

En síntesis, el hecho central es que la creciente complejidad del entorno en que se desenvuelven actualmente las políticas públicas locales y regionales involucra no sólo a los actores gubernamentales, sino también a una pluralidad creciente y heterogénea de agentes no estatales. Algunos autores (Cravacuore y Badía, 2000) sostienen que el poder público local debe integrarse en una compleja red de actores e instituciones.

Si bien se hace referencia a una diversidad de actores, no se menciona específicamente a la universidad, siendo esta un actor que dispone de insumos centrados en el conocimiento y en la capacidad de aportar una mirada más integradora del desarrollo de vínculos entre actores en un espacio como es lo local-regional.

El proceso de fomentar la articulación con la universidad a través de la extensión, permitirá, tal vez, modificar los hábitos culturales de los actores políticos, universitarios y de las sociedades mismas. Se plantea una doble exigencia: desarrollar una conciencia global de los actores universitarios y también un compromiso político que aporte a un cambio tendiente a la articulación.

Relaciones I+D y la universidad pública

En Argentina, las continuas crisis que vivimos dan cuenta de la importancia del desarrollo de innovaciones locales cuando es necesario sustituir insumos que son importados. En este trabajo se plantea el cambio y el crecimiento que tuvo la extensión en el ámbito de la universidad pública, atendiendo demandas que eran cubiertas por productos importados o demandas insatisfechas.

Los principales argumentos a favor de la tecnologización de los países toman en cuenta la necesidad de realizar y fomentar la investigación científica y la transferencia de una forma seria y ordenada. La importación de nueva tecnología se constituye como un primer factor de impulso tecnológico en la región y puede ser necesaria y útil, pero en forma simultánea el Estado debe llevar a cabo una política de investigación científico-tecnológica que tienda a desarrollos propios. Países como el nuestro deben tener en cuenta las materias primas locales, los tipos de recursos naturales que poseen en su territorio, procurar que su economía se desarrolle en escala, garantizar una investigación estratégica según el mercado disponible en relación con el lugar en que se encuentra, etc. Pero todo ello, sin lugar a dudas, debe ir acompañado con una transformación de su producción en ciencia y tecnología como promotores catalíticos del cambio social.

¿Qué sucede en las universidades públicas argentinas? En la década de los años 90, en el marco de las modificaciones estructurales que se realizaron en nuestro país a través de las políticas neoliberales impuestas, se crea el Programa de Reforma de la Educación Superior (PRES). En 1992 se sanciona la Ley 23877 de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica; en 1994, la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), constituye el Programa de Vinculación tecnológica con las universidades. A partir de allí, todas las Universidades Nacionales (UUNN) conforman una red informal que comienza a trabajar en la temática. En 1995, con la sanción de la Ley de Educación Superior, las UUNN no necesitan constituir una figura jurídica distinta para ser Unidad de Vinculación tecnológica (UVT). En 2002 se crea el Programa de Apoyo y Fortalecimiento de la Vinculación de la

universidad con el medio socio-productivo en el ámbito de la SPU, que respaldó fuertemente el trabajo en red motivando la realización de encuentros de fortalecimiento. En 2004, el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) constituye la Red de Vinculación Tecnológica de las Universidades Nacionales Argentinas (Red VITEC), con objetivos tales como difundir en la sociedad el aporte del sistema universitario al desarrollo y la transferencia de conocimientos en diversas áreas del saber, propendiendo a la valorización de la universidad pública en su aporte al desarrollo económico y social con equidad. Asimismo se busca estimular la capacitación y el entrenamiento de recursos humanos mediante programas sujetos a las necesidades regionales (Vazquez y Bianculli, 2009).

En este periodo se crean las universidades denominadas del Conurbano, como La Matanza, Tres de Febrero, General Sarmiento, Quilmes, Lanús, con un perfil de excelencia académica y alta vinculación al medio socio-productivo. Las universidades más tradicionales también cambian su papel de espectadores pasivos hacia un rol de mayor protagonismo. En relación con esto último, se podría preguntar cómo debemos intervenir en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la extensión. Estamos a tiempo de cambiar la perspectiva a futuro, con aquel compromiso de vincularse con el medio socio-productivo:

El juego está abierto, el protagonista es el hombre y todos tenemos oportunidad de participar en él; y estas oportunidades aún mayores en la medida que así entendemos y sepamos marchar en una dirección correcta (Sábato y Botana, 1970; p. 84).

El papel de la universidad luego de la Segunda Guerra Mundial, se convirtió en una de las estrategias técnico-productivas más importantes. La consolidación del desarrollo científico volcado a tecnología de punta, con su aplicación a los desarrollos armamentísticos, reorganizaría el futuro académico de la currícula universitaria. En ese escenario se daría comienzo a lo que muchos llaman la segunda revolución académica. Las universidades dejan de ser consideradas como casas de altos estudios con sus propios intereses de investigación, para transformarse en parte creativa y activa del futuro empresarial de las regiones que necesiten de sus servicios.

La Primera Revolución Académica estuvo relacionada, aunque no exclusivamente, con la necesidad del Estado de investigación académica que contribuyese al desarrollo agrícola y médico y a los programas militares. Actualmente, la nueva revolución se integra con las necesidades del Estado de estimular el crecimiento económico en ausencia de políticas industriales formales para tal fin. Aun cuando estas políticas existan, las relaciones academia-empresa ocupan un lugar central muy prominente en todas las propuestas que han aparecido en la última década. Por tanto, los autores argumentan que estamos presenciando el comienzo de un nuevo "contrato social" entre la academia y la sociedad. Este "contrato" requiere que el apoyo gubernamental en gran escala a la investigación académica sea sostenido por largo tiempo ya que la investigación juega un papel clave en la nueva economía (Etzkowitz, 1998; p. 39).

Esta vinculación entre universidad/empresa y esta especie de nuevo contrato social, posibilita que el capital académico se relacione como elemento indispensable a la hora de proyectar la concretización de propuestas empresariales. Aparece un nuevo estilo de equipos de trabajo académico que apela a negociar su capital intelectual, con aquellos organismos que lo demandan, como es el caso de empresas y otros interesados. En esta dualidad, se hace presente un tercer actor: el gobierno.

El gobierno está cada vez más preocupado en el desarrollo de nuevas estructuras organizacionales que puedan fortalecer el conocimiento nacional y las bases económicas, típicamente por la vía de nuevos mecanismos para vincular la empresa con la academia o la empresa con la empresa (Etzkowitz, 1998; p. 23).

Pareciera que no se trata de una mera circunstancia coyuntural a la institución académica la que ha llevado al auge actual de las relaciones entre universidad-sector productivo. Por el contrario,

hemos tratado de mostrar que existe un trasfondo filosófico y social más profundo. Se ha avanzado en la dirección abierta por la promesa de los fundadores de la ciencia moderna en el siglo XVII. De la ciencia experimental como conocimiento que manipula a la naturaleza, se ha pasado al reconocimiento que ese conocimiento puede, a su vez, ser manipulado. Una porción apreciable de la ciencia se ha convertido en una técnica entre otras técnicas. La ciencia busca hoy resultados prácticos. Desde el punto de vista de la organización social del trabajo intelectual, el investigador en un número creciente de contextos de trabajo pasa a ser un técnico profesionalizado entre otros, dedicado a extender el conocimiento cuyo significado está menos en sí mismo que en su utilidad (Vessuri, 1998; p. 6).

Luego de analizar las condiciones del trabajo investigativo de las universidades, demarcar los peligros y los beneficios que obtenían la institución universitaria y la empresa algunas investigaciones y estudios dan cuenta de la realidad del mundo empresarial y académico de hoy.

Los resultados de estas investigaciones dejan en claro que la base científica de la universidad no acciona cambios directos al proceso de innovación en las empresas, sino que su accionar se relaciona de manera indirecta, en tanto las repercusiones de los nuevos desarrollos investigativos, en el ámbito social, acrecientan la interacción de los elementos de transmisión de nuevas habilidades, siendo estas capturadas por el mercado de los negocios. Asimismo, los organismos empresariales exponen que sería imposible pensar en la generación de conocimiento por fuera del círculo universitario.

Las ventajas académicas que se producen en la actividad empresarial, para sorpresa de muchos, no son la posibilidad del beneficio financiero o la financiación económica del proyecto de investigación. Sobre la base de la encuesta realizada, ellas son:

- 1- La posibilidad de insertar al estudiante de posgrado en una empresa; de ese modo se garantiza la incorporación constante de los recursos humanos provenientes de las universidades.
- 2- La ventaja de contar con recursos tecnológicos para el desarrollo de la investigación, con la posibilidad cierta de contrastar los diferentes procesos de las fases investigativas contando con los insumos apropiados para la ejecución de una óptima corroboración científica.
- 3- La tercera ventaja son los incentivos o estímulos con que cuenta el investigador, llámese monetario o intelectual.

De estos estudios se desprenden los problemas que se advierten entre estos dos actores y cómo podrían ser evitables.

- 1- El primer problema es la relación entre el saber académico y la verdadera función que posee el hombre de ciencia. La universidad debería anticiparse a futuros inconvenientes que suceden entre los intereses de las empresas, en relación con la acreditación de patentes que son obtenidas por recursos humanos de la universidad.
- 2- El segundo problema es la estrategia económica de demorar la publicación de los investigadores, con el fin de minimizar los tiempos en pro de alejar a la competencia a la adaptabilidad del nuevo recurso. Si la publicación científica queda solapada como elemento de recurso de interés económico, se distorsionará la función principal del acto de la publicación.
- 3- El tercer peligro es el riesgo de que el ánimo de lucro distorsione el juicio científico del investigador, lo que llevaría a que las instituciones académicas perdiesen credibilidad.
- 4- La forma de terminar con este peligro es poner en práctica un conjunto de normas que deben supervisar y regular la transmisión de conocimiento.

Las primeras experiencias de vinculación tecnológica entre empresas y universidades

En el ámbito nacional, la ley 23877 de Innovación Tecnológica, aprobada en 1990 y reglamentada en 1992, establece que los investigadores que generen producción de conocimiento de interés socio-productivo tienen la posibilidad de recibir un porcentaje de los resultados comerciales de la transferencia de la producción de conocimiento².

En 1990 se pone en práctica la primera empresa de vinculación tecnológica que incluye a la universidad pública: UBATEC S.A. El impacto –incluso cultural- que tuvo UBATEC y su constitución en Sociedad Anónima, marcó una forma posible de comercialización en la Academia. Experiencias internacionales similares, como Mc Gill Inc., generan un intenso debate en el interior de la comunidad académica (Fisher Chan, 2003: 122).

La Ley 23877 de Innovación Tecnológica establece, además, la posibilidad de crear Unidades de Vinculación Tecnológicas (UVT). Estas unidades cumplen la función de interfaces entre la empresa que requiere de los servicios y la institución académica que puede brindarle soluciones prácticas. Las UVT, en general, están vinculadas con la universidad, así es que *inicialmente, la ley de Innovación Tecnológica obtuvo recursos del Presupuesto Nacional para la conformación de Fondos de Promoción de la Innovación con destino a préstamos y subvenciones.*

Los subsidios están dirigidos, particularmente, a tres proyectos ejecutados mediante la UVT:

1. Proyectos de I+D
2. Proyectos de Capacitación
3. Plan de Negocios para Empresas de Base Tecnológica

Las prioridades para el otorgamiento de los subsidios son los micro-emprendimientos, pequeñas y medianas empresas (pymes) y proyectos de interés provincial o estatal.

Otro de los mecanismos de difusión de la Vinculación entre Universidad-Empresa es mediante el Programa de Vinculación Tecnológica de las Universidades. que a partir de 1993 se instala desde la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Cumple la tarea de capacitar a funcionarios universitarios en encuentros, talleres, seminarios, jornadas, etc. La capacitación gira en torno a los siguientes contenidos:

1. Cómo acceder a los recursos estatales de la ley 23877.
2. Cómo formular proyectos viables de vinculación tecnológica.
3. Cómo son los mecanismos de comunicación para negociar con las empresas.
4. Qué estructuras institucionales son las más adecuadas para asegurar el máximo de flexibilidad y uso efectivo de los ingresos económicos.

Para comprender el grado de perspectiva que atañe al campo preciso de aplicabilidad de las UVT, es oportuno aclarar que las unidades de vinculación tecnológica pueden ser de tres tipos:

- UVT VINCULADAS A UNA UNIVERSIDAD: Se trata de organizaciones de derecho privado que guardan una estrecha relación con su organización de origen: universidad (pública o privada) o alguna de sus unidades académicas (facultades).
- UVT VINCULADAS A UN ORGANISMO O INSTITUCIÓN DEL SISTEMA CIENTÍFICO: Se trata

² Para facilitar esta tarea, el gobierno de los Estados Unidos aprueba la ley Bayh-Dole, que autoriza a las universidades a cobrar regalías por las invenciones patentables que resulten de investigaciones financiadas por el gobierno federal. Anteriormente, el gobierno había retenido los derechos por estos conceptos. Así, en la etapa inicial donde la reducción del presupuesto gubernamental disminuye el apoyo a la investigación universitaria, la inversión correspondiente de las grandes empresas hacia la universidad aumentó de 235 millones de dólares en 1980 a 670 millones de dólares en 1987.

de organizaciones de derecho privado relacionadas directamente con instituciones del sistema científico. Su relación puede darse de dos maneras: las que atienden las necesidades del organismo como un todo o las que atienden a institutos o regionales dependientes del organismo.

- UVT VINCULADAS A UNA EMPRESA: Se trata de organizaciones fundadas por empresas especialmente creadas para promover transferencia de tecnología.

En 1996, el Estado Nacional sanciona el decreto 1274/96, que modifica y aprueba la nueva estructura de la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT). Los cambios fueron significativos. La SECyT se transformó en un organismo de promoción de políticas científicas y tecnológicas, con la tarea de elaborar un Plan Nacional Plurianual de Ciencia y Tecnología. A partir de esta reestructuración, y en concordancia con el decreto 1273/96, se creó el Gabinete Científico-Tecnológico (GACTEC), con la tarea de coordinar las diversas áreas de conducción de actividades de ciencia y técnica que se desarrollasen en el ámbito del Poder Ejecutivo Nacional. En este contexto, se crea la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) con recursos propios, para otorgar subsidios a la investigación y a la transferencia tecnológica a través de partidas destinadas al Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) y al Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR).

La SECyT se constituyó en el organismo encargado de la elaboración y la implementación de políticas públicas en el área de ciencia y tecnología. Así es que el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) tenía la tarea de llevar a cabo esas mismas políticas de investigación y desarrollo mediante las unidades ejecutoras. El decreto 1207/96 del Poder Ejecutivo Nacional es el que aprobó esta nueva reestructuración, que deja en claro que el CONICET debe seguir las líneas de investigación que devienen de las políticas públicas desarrolladas por la SECyT.

Este modelo de reorganización del CONICET descansa en el precedente del plan de acción que llevaron a cabo los países desarrollados y de industrias recientes, que consideran importante separar las funciones de las instituciones en el desarrollo en ciencia y tecnología. De tal modo, la jerarquización de este modelo sería el siguiente: en primer lugar la formulación de políticas públicas; en segundo lugar, la promoción de las actividades de desarrollo en ciencia y tecnología; y la tercera, la ejecución de las actividades previamente diseñadas.

En 1999 se crea la Secretaría de Tecnología, Ciencia e Innovación Productiva (SeTCEIP). En este caso, pasa a depender de la Presidencia de la Nación, según el decreto 20/99. En 2000, los bloques parlamentarios acordaron tratar el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva como una cuestión de Estado. El resultado fue la ley 25467, aprobada en el Congreso Nacional en 2001.

En 2003, la resolución 452/03 del CONICET, denominada Investigadores en Empresas afirma:

Las experiencias internacionales reafirman la importancia de realizar esfuerzos continuos para promover una efectiva articulación entre el sector científico-tecnológico y el sector productivo. La vinculación de estos centros de excelencia y de los investigadores con las empresas constituyen un factor clave en la transferencia de conocimiento y la vinculación con la investigación pública, por lo cual el Consejo está convencido de que una cooperación exitosa entre ambos sectores contribuirá en el beneficio del conjunto de la economía del país, al promover la incorporación de valor agregado y generar empleos en mayor número y calificación.

Por primera vez en la historia de nuestro país, el gobierno crea y pone en marcha el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, en diciembre de 2007, por iniciativa de la presidenta Cristina Fernández de Kirchner. La ley 26338, en el ítem 5 de la promulgación, destaca el fuerte

interés de las políticas del Ministerio en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de profundizar la investigación en el área de Biotecnología:

Entender en la formulación y ejecución de planes, programas, proyectos y en el diseño de medidas e instrumentos para la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación; en particular en el impulso y administración de fondos sectoriales en áreas prioritarias para el sector productivo o en sectores con alto contenido de bienes públicos, en coordinación con los Ministerios con competencia específica. Administrar los existentes en materia de promoción del software con los alcances del régimen del artículo 13 de la ley 25922, en la de promoción de la biotecnología moderna en lo que respecta al fondo creado por el artículo 15 de la ley 26270, y de promoción de la nanotecnología a través de la Fundación de Nanotecnología —FAN— (decreto 380/05).

La Redefinición del rol de las actividades de extensión como una tendencia en la educación superior

Se aborda así la que se valora como la forma de vinculación deseable entre la universidad y el medio social.

La situación actual requiere desarrollar políticas con centro tanto en la difusión como en la creación de nuevos conocimientos. La universidad debe renovar y reforzar sus vínculos con el medio regional y nacional, impulsar una educación al servicio de la población y contribuir a la gestión de los emprendimientos productivos que aporten al desarrollo de las regiones de acuerdo con sus verdaderas necesidades.

La expresión *extensión universitaria* hoy nos remite inevitablemente a un sinnúmero de acciones que se realizan desde la universidad y que presentan la particularidad de tener como destinatarios a la sociedad en su conjunto o a diferentes sectores de la misma.

La *extensión* como *intercambio de saberes* con la comunidad en su conjunto es el punto de partida para lograr la *extensión* como apoyo al desarrollo económico y tecnológico y como función facilitadora de la producción y reproducción de la cultura, entre otros roles.

La universidad, al vincularse con su entorno, debe hacerlo de manera integral, a través de un proceso pedagógico de confluencia entre la docencia, la investigación y la extensión, cuya finalidad última sea la formación de profesionales comprometidos con su realidad y la producción de conocimientos transformadores de ésta.

De este modo, la capacidad de vinculación de la universidad habrá de definirse por el aporte al desarrollo del medio que la rodea de acuerdo a lo que genere y produzca en términos de conocimiento y aplicación de los mismos.

La relación entre lo que una comunidad sabe y los nuevos conocimientos y avances de la ciencia que surgen, también son contingentes y dependen de los mecanismos sociales que existan para democratizar el conocimiento y ponerlo a disposición de las necesidades de la población.

Desde esa perspectiva, el rol de las universidades se revaloriza sustancialmente y se plantea, entonces, la necesidad de reformular la institución universitaria integrando, en una nueva dimensión, la enseñanza, la investigación y las funciones de extensión que le son propias.

Referencias

CRAVACUORE, D.; BADÍA, G. (2000) *Experiencias positivas en gestión local*. Universidad Nacional de Quilmes, Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto de Documentación e Información: Buenos Aires.

ETZKOWICS, W. (1998). *La universidad del futuro y el futuro de las universidades*. University New York
FISHER CHAN, J. (2003) *The Jossey-Bass Academic Administrator's Guide to Meetings*, p.122. Washington, Estados Unidos.

SÁBATO, J.; BOTANA, N. (1970) *La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina*, en Herrera Amílcar y otros: *América Latina: Ciencia y Tecnología en el desarrollo de la sociedad*, Colección Tiempo latinoamericano, Editorial Universitaria SA, Santiago de Chile, 1970

TECCO, C (2002) "*Innovaciones en la gestión municipal y desarrollo local*". En Cravacuore, D. (Comp.) "*Innovación en la Gestión Municipal*". Edición de la Federación Argentina de Municipios (FAM) y la Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Buenos Aires.

VAZQUEZ, D; BIANCULLI, K; (2009), *Perspectivas y modos de producir conocimiento en la Universidad Pública Argentina*, ponencia presentada en el VI Encuentro Nacional y III Latinoamericano, " La Universidad como objeto de estudio". Córdoba, 2009.

VESURI, H. (2002) *La universidad va a la empresa*. Caracas, Venezuela.

INCORPORACIÓN DE FENÓMENOS DE SEGUNDO ORDEN DE MATERIAL EN EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO¹

Aníbal Guillermo Tolosa.

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Avda. Mitre 750 (1870)
Avellaneda, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico: *anibal.tolosa@gmail.com*

Recibido el 30 de abril de 2013; aceptado el 31 de mayo de 2013

Resumen

En el campo de la ingeniería estructural, la práctica profesional se encuentra orientada hacia una mayor simplicidad en sus procedimientos y hacia el diseño de estructuras con un grado de seguridad más uniforme. Estos objetivos son buscados mediante la consideración explícita, en los modelos computacionales de análisis, de un creciente número de aspectos que hacen al comportamiento estructural. Entre ellos se encuentra el segundo orden de material (2°OM), también llamado inelasticidad. Este aspecto resulta particularmente interesante ya que permite no solo tener en cuenta la redistribución de solicitaciones que ocurre en estructuras hiperestáticas, sino también obtener solicitaciones de diseño más cercanos a los que soporta la estructura, en forma previa a su colapso. En este trabajo se identifican los aspectos englobados en el concepto de 2°OM y se enumeran las alternativas actualmente disponibles para incorporarlos en los modelos computacionales de análisis.

Palabras clave: Análisis no lineal - Análisis P \square - Segundo orden – Inelasticidad – Plasticidad - Estructuras metálicas.

Abstract

In the field of structural engineering, the professional practice is oriented towards simpler procedures and design of structures with a more uniform safety level. These objectives are sought through the explicit consideration, in analysis computational models, of an increasing number of aspects that conform to the structural behavior, one of them being the material second-order (2°OM), also called inelasticity. This aspect is particularly interesting, since it allows not only to take into account the loading redistribution that takes place in hyperstatic structures, but also to obtain design forces and moments closer to those that the structure supports prior to its collapse. This paper identifies the aspects encompassed by the 2°OM concept and lists the currently available alternatives to incorporate them into analysis computational models.

Key-words: Nonlinear analysis - P \square analysis - Second order – Inelasticity – Plasticity - Steel structures.

Comportamiento No Lineal de las Estructuras

Si se considera una estructura hiperestática de barras de acero a la cual se le aplica un determinado estado de carga y se traza un gráfico en el cual se representa en el eje de las

¹ Trabajo realizado sobre la base de la tesis presentada por el autor para aspirar al grado de Magíster en Ingeniería Estructural, bajo la dirección de Claudio Jouglard. Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

abscisas el desplazamiento de un punto representativo de la estructura y en el eje de las ordenadas la magnitud de carga aplicada, el gráfico que se obtiene representa la rigidez de la estructura (Figura 1).

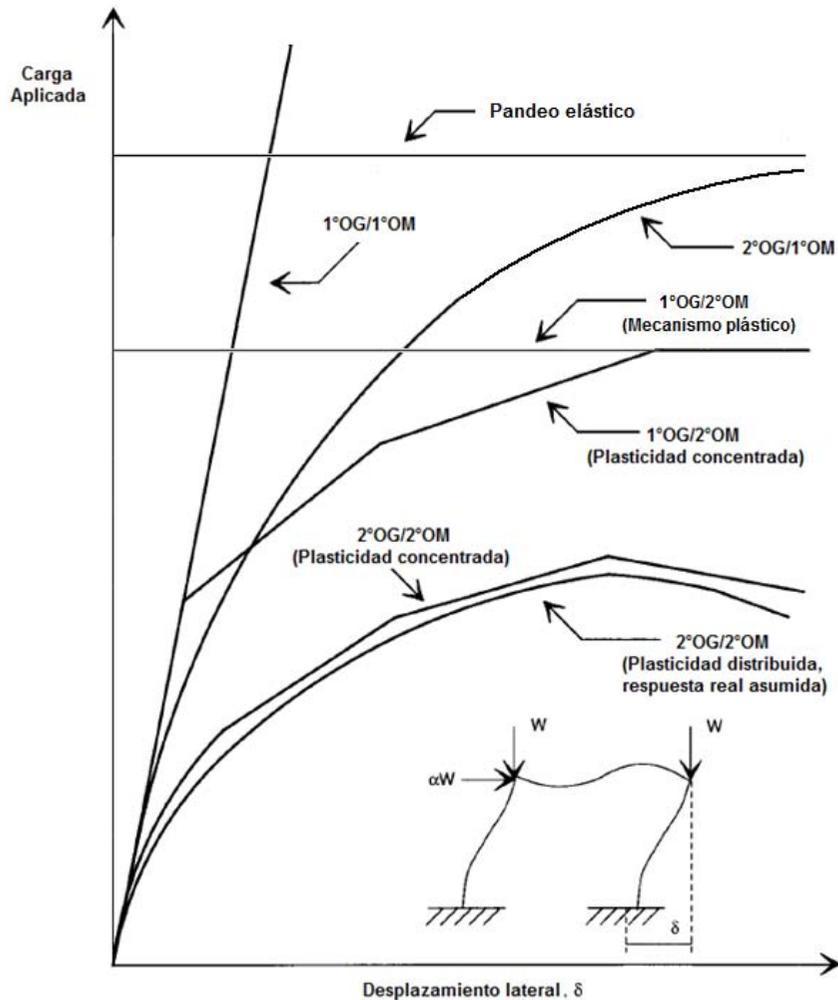


Figura 1. Respuestas de los diferentes métodos de análisis (adaptado de Brockenbrough y Merrit, 1999)

Típicamente, el gráfico mostraría una línea continua y sin quiebres con un primer tramo recto (etapa lineal si la hubiere) y un último tramo curvo (etapa no lineal). En este último tramo, la disminución que experimenta la pendiente conforme al aumento de las cargas refleja la disminución de la rigidez de la estructura respecto de su rigidez inicial.

La característica no lineal que se observa fácilmente en un gráfico producto de un ensayo real no es tan fácil de reflejar en los gráficos realizados a partir de análisis teóricos. En ese sentido, el abordaje teórico muchas veces admite simplificaciones que, en pos de facilitar su implementación, degradan su capacidad de reflejar el comportamiento de la estructura. Esta situación lleva a que puedan obtenerse mediante análisis teóricos no una sino varias curvas de respuesta estructural, respondiendo cada una a las simplificaciones asumidas.

Los aspectos que determinan la respuesta no lineal de una estructura son muy numerosos, pudiendo considerarse agrupados en tres categorías principales:

- Aspectos relacionados con las cargas
- Aspectos relacionados con la geometría

- Aspectos relacionados con el material

En relación con los aspectos vinculados al material, los cambios en el comportamiento que una barra presenta conforme aumentan –o disminuyen– las cargas aplicadas pueden tener su origen en características intrínsecas del material o del material como parte de una estructura. Esa circunstancia permite identificar los denominados:

- Primer orden de material (1°OM)
- Segundo orden de material (2°OM)

Primer orden de material (1°OM).

La consideración de que el material se comporta en forma elástica (desaparecida la carga desaparecen las deformaciones) y lineal (las deformaciones experimentadas son proporcionales a la carga aplicada) constituye la idealización que caracteriza al 1°OM. El suponer un comportamiento elástico lineal, cualquiera sea el nivel de carga aplicado, permite un abordaje matemático sencillo y constituye la idealización más simple desde el punto de vista ingenieril.

Segundo orden de material (2°OM)

Mediante un análisis que considere 2°OM puede incorporarse en el análisis no sólo la rigidez de los elementos constitutivos de la estructura sino también su resistencia. La relación entre resistencia y rigidez queda en evidencia al aplicar a una barra solicitaciones que la llevan al límite de su resistencia: en ese punto la barra queda sin rigidez, ya que no es capaz de tomar solicitaciones adicionales.

Caracterización del Material

Características intrínsecas del material

El acero puede comportarse de diferente forma según su tipo, ya que, por ejemplo, algunos presentan un marcado plafón de fluencia mientras que otros no presentan plafón alguno (Figuras 2 y 3).

En el caso de los aceros sin plafón de fluencia (ver Figura 2 y 3 para aceros con $F_y > 448 \text{MPa}$) se adopta habitualmente una tensión convencional de fluencia, identificada usualmente como $F_{0,2\%}$ y definida como la tensión que produce en el material una deformación plástica o permanente de valor 0,2%.

En el caso de los aceros con plafón de fluencia bien marcado (ver Figura 2 y 3 para aceros con $F_y < 448 \text{MPa}$, como el A36) su comportamiento puede idealizarse como bilineal. Aquí, a su vez, surgen dos alternativas: sin endurecimiento (perfectamente elástico lineal para tensiones por debajo de la tensión de fluencia y perfectamente plástico una vez superada la tensión de fluencia) y con endurecimiento (perfectamente elástico lineal, con módulo de elasticidad longitudinal E para tensiones por debajo de la de fluencia y plástico con módulo de elasticidad longitudinal E_t para tensiones por arriba de la de fluencia).

La forma más sencilla y habitual de considerar la no linealidad del material es la bilineal ideal sin endurecimiento, en la cual el pasaje del estado elástico al plástico es instantáneo. La adopción de este modelo para representar el comportamiento del material trae asociados dos aspectos:

- Que a partir del punto de plastificación el material no registre aumentos en la tensión que soporta, aunque sigan aumentando las deformaciones;
- Que a partir del punto de plastificación el material pierda totalmente su rigidez axial, es decir que es posible deformarlo sin aplicar solicitaciones adicionales.

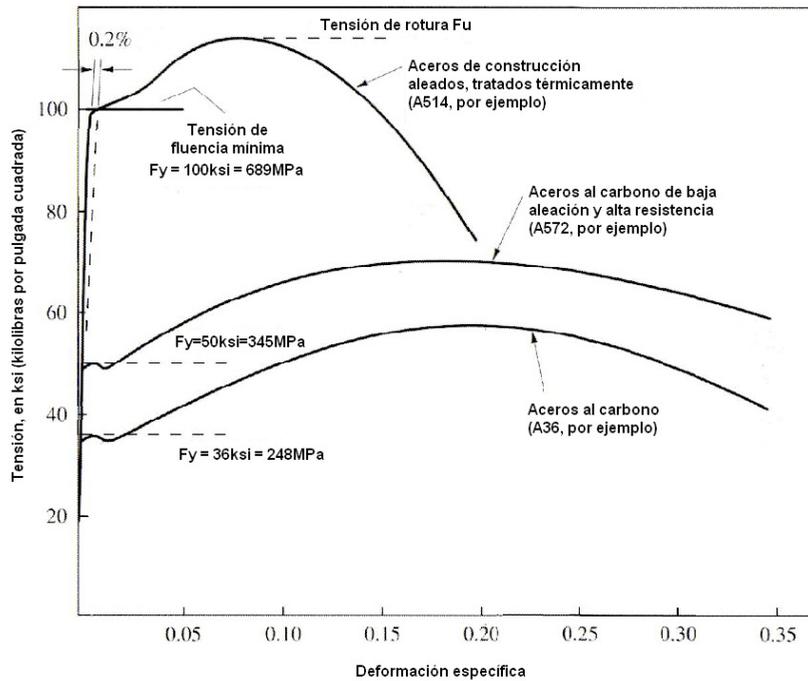


Figura 2. Diagrama tensión normal vs. deformación longitudinal. Escala completa (adaptado de Salmon y Johnson, 1996)

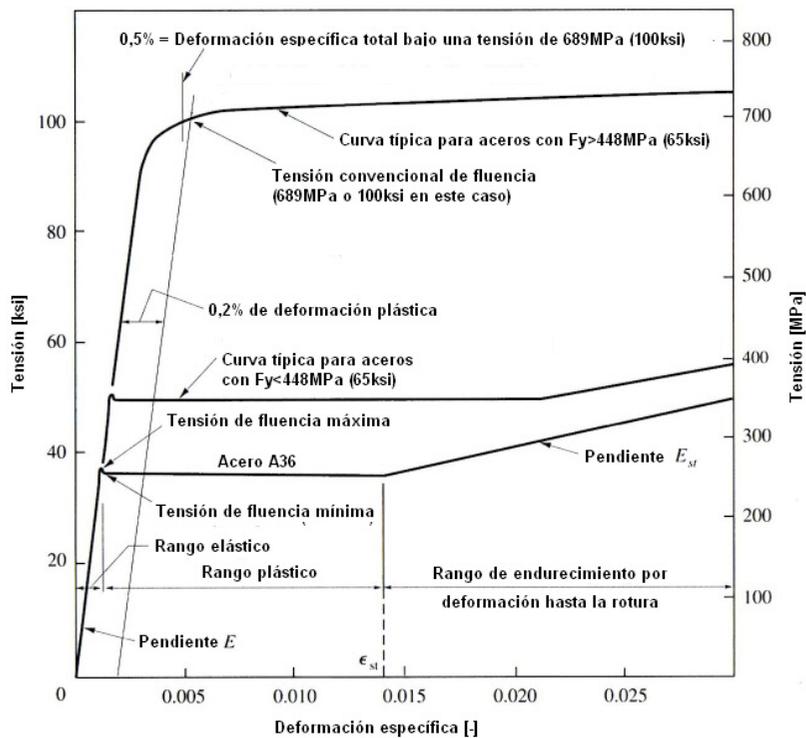


Figura 3. Diagrama tensión normal vs. deformación longitudinal Escala ajustada (adaptado de Salmon y Johnson, 1996)

Tensiones residuales

Las tensiones residuales en las barras de acero se deben a varios fenómenos:

- El agujereado de las secciones
- El curvado en frío
- El enfriamiento no uniforme
- El proceso de soldadura utilizado para la obtención de secciones armadas

De todas estas causas, las que poseen la mayor influencia en el comportamiento de las barras de acero son las dos últimas las que, casualmente, están estrechamente relacionadas entre sí (Salmon y Johnson, 1996).

El proceso de fabricación de las barras de acero, laminadas o armadas, requiere calor. Este calor produce altas temperaturas que van disminuyendo conforme se produce el proceso de enfriamiento. Sin embargo, observando en detalle la forma en que las barras de acero se enfrían, se ve que lo hacen de manera no uniforme y que esa falta de uniformidad depende enormemente de la forma de la sección. El proceso de enfriamiento no uniforme de las barras de acero genera tensiones residuales presentes tanto en secciones laminadas como en secciones armadas.

En síntesis, las primeras fibras en enfriarse se acortan e introducen una deformación en las últimas fibras en enfriarse. Ante esta situación, las últimas fibras en enfriarse simplemente se acortan, ya que están todavía en estado plástico y no tienen rigidez para oponerse ni para generar tensión alguna. Después, cuando les llega el turno de enfriarse a las últimas fibras en enfriarse, al querer acortarse encuentran la resistencia que les ofrecen las primeras fibras en enfriarse, que sí poseen rigidez para oponerse ya que se enfriaron primero. Esta oposición genera las tensiones residuales, quedando las primeras fibras en enfriarse comprimidas y las últimas fibras en enfriarse traccionadas.

En el caso de las secciones doble T laminadas, la distribución típica de sus tensiones residuales se muestra en forma simplificada en la Figura 4.

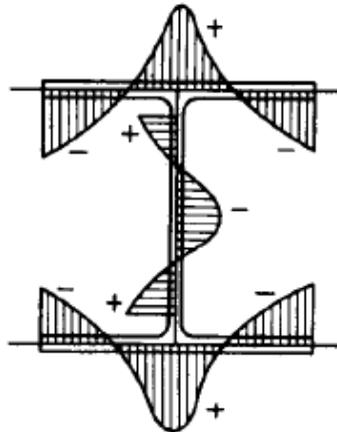


Figura 4. Tensiones residuales en secciones doble T laminadas (Brockenbrough y Merrit, 1999)

En el caso particular de las secciones doble T armadas, la distribución típica de sus tensiones residuales se muestra en forma simplificada a continuación en la Figura 5.

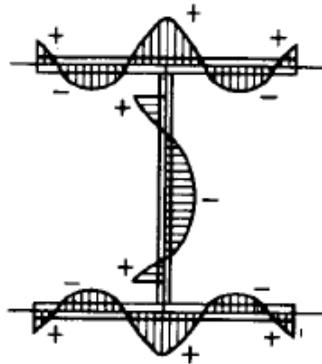


Figura 5. Distribución de tensiones residuales en secciones doble T armadas con placas obtenidas mediante fusión (Brockenbroughy Merrit, 1999)

Como puede verse, la distribución de tensiones residuales en los perfiles de acero presenta una variabilidad que hace complicada su inclusión explícita en los modelos de análisis. Para facilitarla, algunos reglamentos establecieron patrones de distribución convencionales. Así es que, por ejemplo, se tiene la distribución de Lehigh (White y colaboradores, 2006), que fue la utilizada por la normativa americana en el desarrollo de las curvas de resistencia de barras flexocomprimidas que figuran en el Capítulo E de la norma ANSI/AISC 360-10 (Figura 6).

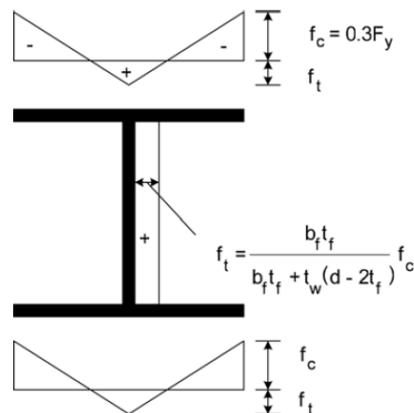


Figura 6: Distribución Lehigh de tensiones residuales en perfiles laminados (White y colaboradores, 2006)

Comportamiento de las secciones

Aunque el pasaje del estado elástico al plástico de un punto pueda ser instantáneo, el pasaje del estado elástico al plástico de una sección es gradual, presentándose tres estados:

- Elástico, en el cual la sección posee la rigidez nominal
- Plástico, en el cual la sección no posee rigidez alguna
- Inelástico, en el cual la sección se encuentra en una situación intermedia, donde posee cierta rigidez pero no la rigidez nominal del estado elástico

En el caso de secciones solicitadas a flexión, donde el aumento de los momentos aplicados va llevando a los puntos de una sección hasta la fluencia en forma gradual –debido a que éstos se encuentran ubicados a diferentes distancias del eje neutro– se hace sencillo de ver el motivo por el cual la sección transita en forma gradual desde el estado elástico al plástico (Figura 7).

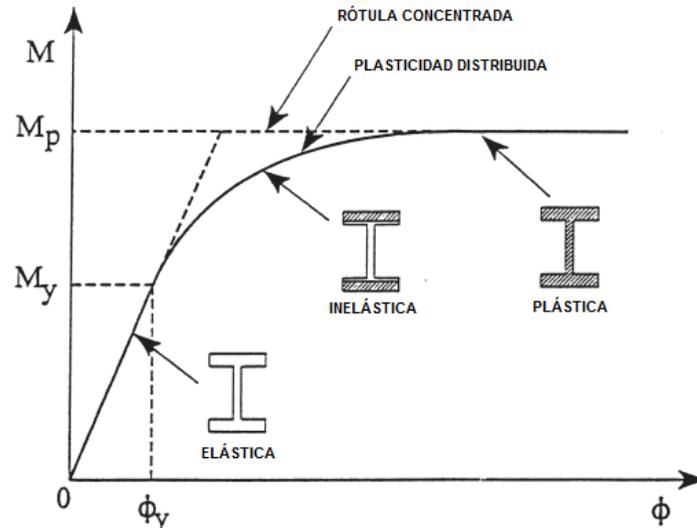


Figura 7. Degradación progresiva de la rigidez. Gráfico de momento vs. curvatura, donde se observa la degradación progresiva de la rigidez de la sección (adaptado de Chen, 2000)

En el caso de secciones solicitadas axialmente, donde la sollicitación genera tensiones uniformes, podría pensarse que el pasaje del estado elástico al plástico no es gradual sino instantáneo, mostrando la sección un comportamiento similar al de cada uno de los puntos que la forman. Sin embargo, aun en el caso de las secciones solicitadas axialmente, el pasaje también es gradual y se debe a la existencia de las tensiones residuales.

Comportamiento de las barras

Para analizar este aspecto puede pensarse a las barras como una sucesión de secciones. Por este motivo, el comportamiento de las barras contiene aspectos que son aportados por las secciones por sí mismas más los aspectos aportados por las secciones al trabajar en conjunto. El hecho de pensar a la barra como una sucesión de secciones permite descubrir naturalmente que la presencia de los fenómenos de 2ºOM no está concentrada en una determinada sección sino que, por el contrario, su presencia se encuentra distribuida a lo largo de toda la longitud de la barra (si una sección se encuentra completamente plastificada, una sección adyacente no puede estar en una situación muy diferente). De esta situación surgen las dos formas tradicionales de considerar los fenómenos de 2ºOM en las barras: como plasticidad distribuida o como plasticidad concentrada.

La aplicación del concepto de plasticidad distribuida –en contraposición a la plasticidad concentrada– no forma actualmente parte de la práctica profesional habitual. En ese sentido, los procedimientos de esta última que consideran el 2ºOM generalmente concentran los fenómenos plásticos en algunas secciones de las barras –las que acusan la presencia de rótulas plásticas– mientras que el resto de las barras permanece elástica.

Concepto de rótula plástica

Este concepto puede desarrollarse considerando una barra sobre dos apoyos simples y analizando dos situaciones de carga (Massonnet y Save, 1966).

La primera situación de carga resulta de considerar una única fuerza concentrada en su punto medio que genere en la viga un momento flector máximo igual al momento de plastificación M_p (ver Figura 8).

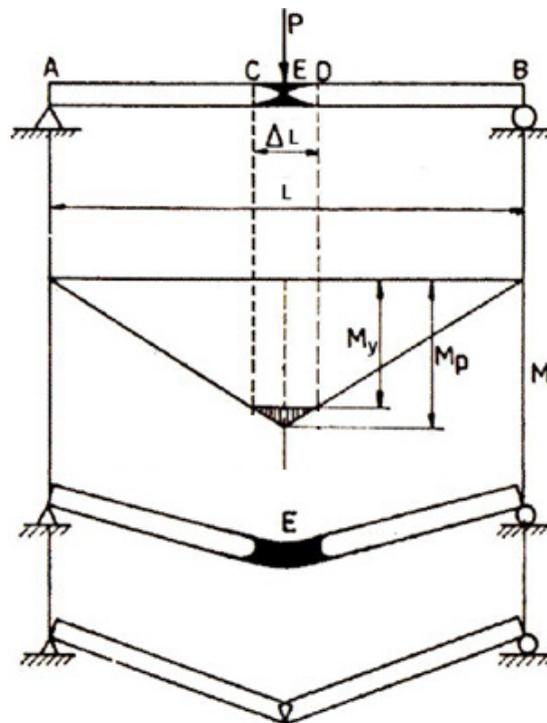


Figura 8. Rótula plástica – Carga puntual. Zona de deformaciones plásticas para una viga simplemente apoyada con carga concentrada en el centro (adaptado de Massonnet y Save, 1966)

Observando la distribución de momentos flectores y teniendo en cuenta que el momento M_p es ξ veces mayor al momento M_y , se concluye que una porción de la barra se encuentra en una situación de inelasticidad, registrando alguna fibra tensiones de fluencia. La longitud de esta porción de la barra puede determinarse geoméricamente mediante la siguiente expresión:

$$\Delta L = L \left(\frac{M_p - M_y}{M_p} \right) = L \left(\frac{\xi - 1}{\xi} \right)$$

Considerando, por ejemplo, un perfil doble T con un $\xi = 1.14$, se tiene:

$$\Delta L = L \left(\frac{1,14 - 1}{1,14} \right) = 0,1228 L$$

De la misma manera, si se considera lo que ocurre en la misma barra con una carga uniformemente distribuida, se llega a que:

$$\Delta L = 0,350 L$$

Considerando la manera en que varía la curvatura de la barra a lo largo de su longitud, se llega a que la curvatura se concentra muy marcadamente en el centro del sector inelástico para ambos casos considerados. Esta singularidad permite imaginar que ambas barras analizadas se componen de dos tramos rígidos articulados en el centro del sector inelástico. En ese sentido, y reproduciendo los conceptos de Massonnet y Save (1966):

“En los dos casos examinados se puede decir que todo sucede como si en la sección en que el momento es máximo existiese una rótula de rozamiento que permaneciese rígida en tanto que $M < M_p$ y que permitiese la rotación relativa de los dos tramos de la viga a partir del instante en que el momento alcanza su valor plástico M_p . Tal rótula se denomina *rótula plástica*” lo que constituye la base del concepto de plasticidad concentrada. Por un lado, cabe destacar que las rótulas plásticas concentran en un punto infinitesimal –la propia rótula– la totalidad de fenómenos plásticos que se desarrollan en una longitud finita de la barra. Por otro lado, debe notarse que la definición de rótula plástica aquí expresada no considera otras tensiones que las normales generadas por esfuerzos de flexión.

Concepto de sección plastificada

Desde un punto de vista general, la situación elástica, plástica o inelástica de una sección es definida por todos los esfuerzos característicos: momento flectores y momento torsor, esfuerzos de corte y axil. Su representación gráfica conduce a una hipersuperficie (McGuire y colabores, 2000).

Sin embargo, en un análisis de plasticidad concentrada de marcos aporticados dúctiles en el cual los efectos de las distorsiones debidos a esfuerzos de torsión y corte son marginales, el problema se reduce a un problema tridimensional. Así, considerando solo la presencia de momentos flectores y de esfuerzo axil, es conveniente analizar el comportamiento de la sección mediante gráficos de interacción, los cuales relacionan momentos con esfuerzos axiles y se expresan generalmente en términos de esfuerzos normalizados (ver Figura 9).

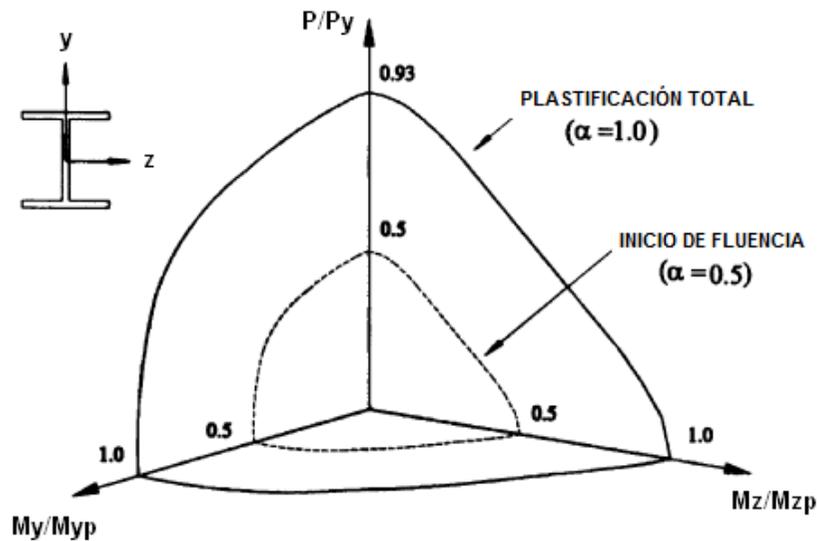


Figura 9. Superficie de plastificación propuesta por Orbison (adaptado de Kim y colabores, 2001)

Al graficar el caso más general (los tres esfuerzos en forma simultánea) se observa una superficie espacial, conocida como superficie de plastificación, la cual suele expresarse en función del parámetro α , que representa el nivel de utilización de la sección. Un valor de α igual a 0,00 representa una sección sin solicitaciones, mientras que un valor de α igual a 1,00 representa una sección al límite de su capacidad.

Se han propuesto curvas que reflejan el comportamiento de las secciones en forma ajustada, teniendo en cuenta que el desempeño de una sección ante esfuerzos axiles y de flexión según su eje débil es diferente del que muestra la misma sección ante esfuerzos axiles y de flexión según su eje fuerte. Las ecuaciones que la definen son (Orbison, 1982):

$$\alpha = 1,15 \times p^2 + m_z^2 + m_y^4 + 3,67 p^2 m_z^2 + 3,0 p^6 m_y^2 + 4,65 m_z^4 m_y^2$$

donde:

$$p = P/P_y$$

$$m_z = M_z/M_{pz}$$

$$m_y = M_y/M_{py}$$

En este tipo de abordaje, la determinación del punto de inicio de fluencia suele ser convencional. Un criterio muy utilizado (Chen y colaboradores, 1996) es el aceptar que el inicio de la fluencia se produce cuando el parámetro α es mayor que 0,50, que define una superficie paralela a la de plastificación total encerrada dentro de ésta.

Así, una sección solicitada en la cual el parámetro α resulta menor a 0,50 se considera en régimen elástico, si el parámetro α resulta mayor a 0,50 pero menor que 1,00 la sección se considera en régimen inelástico y con parámetro α igual a 1,00 se considera en estado plástico. Parámetros α mayores que 1,00 denotan que la sección soporta una combinación de solicitaciones mayor a su resistencia lo cual constituye una situación imposible de materializar.

De esta forma, la condición de una sección en lo que a fenómenos de 2°OM se refiere se trata no como una “rótula plástica” –que sólo considera momentos flectores– sino como una “sección plastificada” atendiendo a esfuerzos flectores y esfuerzos axiales.

Redistribución de solicitaciones

La aparición de secciones plastificadas en una estructura provoca la modificación de su matriz de rigidez, lo cual impacta en la forma en que las cargas se dirigen hacia los apoyos (también conocida como “viaje de las cargas”). Esta modificación en el viaje de las cargas es lo que permite que la formación de una rótula en alguna barra de la estructura no signifique su colapso total y que, por el contrario, siga soportando aumentos adicionales de carga. Este fenómeno es la mencionada “redistribución de solicitaciones” y es la base sobre la cual se evalúa la reserva plástica de las estructuras hiperestáticas.

Métodos de Análisis Considerando Segundo Orden de Material

Métodos no incrementales (1°OC)

Los fenómenos relacionados con el 2°OM son, necesariamente, no lineales. En ese sentido, aunque típicamente la resolución de este tipo de problemas considera métodos incrementales, existen métodos no incrementales –que no consideran la historia de cargas sino el valor de carga final– de gran utilidad. Entre dichos métodos se cuentan los dos métodos que figuran a continuación.

Redistribución de momentos

Al analizar elementos solicitados principalmente a flexión y con baja carga axial – típicamente vigas continuas sobre apoyos simples– se permite cierta redistribución de solicitaciones con el objetivo de disminuir el momento negativo que se genera sobre los apoyos.

El método se basa en el principio de suponer que a medida que la estructura es cargada y las secciones alcanzan su momento plástico, en esas secciones se producen plastificaciones que permiten una redistribución de solicitaciones.

Este análisis, limitado a barras compactas y convenientemente arriostradas, cargas gravitatorias y análisis elástico, permite una reducción de 1/10 del momento de apoyo a costa de un aumento del momento de tramo de 1/10 del promedio de reducción de los momentos de apoyo (Figura 10).

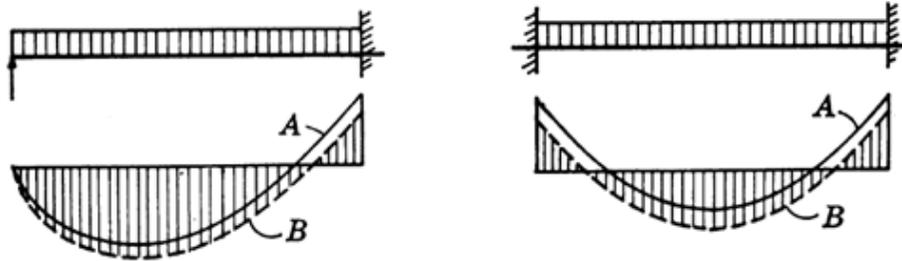


Figura 10. Redistribución de momentos. A = Diagrama de momentos determinados por cálculo; B = Diagrama de momentos reducidos (ANSI/AISC 360-05 (2005), Comentarios del Apéndice 1)

Este método es el más sencillo de los métodos para considerar el 2°OM en una estructura, pero también el más limitado.

Mecanismo plástico

Cuando se desea conocer el nivel de carga que provoca el mecanismo de colapso de una estructura, este método es de gran utilidad. Considera que todos los fenómenos plásticos de la estructura se concentran en determinados puntos de ésta (las rótulas) mientras que el resto de la estructura permanece en estado elástico. Esta suposición permite calificar este método como de plasticidad concentrada.

El método puede aplicarse evaluando el equilibrio o aplicando teoremas energéticos (Salmon y Johnson, 1996). El primero de los métodos (equilibrio) se basa sobre el principio de que, aún en régimen plástico, el equilibrio debe satisfacerse. El segundo de los métodos (energía) parte de reconocer que, para una estructura en equilibrio y considerando un mismo proceso de carga, la variación de la energía interna de deformación y la variación del trabajo de las fuerzas exteriores debidas a un desplazamiento virtual son iguales (Puppo, 2007). Igualando la variación de trabajo y energía puede determinarse la carga que define la capacidad de carga de la estructura.

Ambos métodos requieren contar, previamente a su aplicación, con una propuesta de mecanismo de colapso. Cuando el mecanismo de colapso considerado sea el mecanismo de colapso real de la estructura, la carga de colapso obtenida será la carga de colapso real. Sin embargo, especialmente en estructuras complejas, el mecanismo real de colapso puede no ser sencillo de identificar. Por ese motivo suele considerarse, para establecer el mecanismo de colapso, los teoremas cinemático y estático (Argüelles Álvarez, 1981) los cuales permiten establecer si la carga de colapso obtenida representa un máximo o un mínimo en relación a la carga de colapso real.

Métodos incrementales (2°OC)

Para obtener un gráfico Carga vs. Desplazamiento, debe tenerse en cuenta no sólo la carga final aplicada sino también la forma en que ésta fue aplicándose: la historia de cargas. Para ello, una alternativa consiste en modelar la estructura y aplicarle las cargas en forma incremental, determinando los desplazamientos que sufre la estructura luego de cada incremento de cargas. A continuación se expondrán las varias alternativas disponibles al momento de aplicar este método.

Método de rótulas concentradas de formación instantánea

Este método reconoce que las barras de la estructura poseen una capacidad limitada de tomar momento flector, evitando considerar momentos mayores al plástico en la configuración de equilibrio del sistema.

El método considera que todos los fenómenos plásticos de la estructura se concentran en determinados puntos de ésta (las rótulas) mientras que el resto de la estructura permanece en estado elástico. Esta suposición permite calificar este método como de plasticidad concentrada.

Entre las varias alternativas de caracterización del comportamiento de las rótulas posibles, la más sencilla es la de considerar un comportamiento rígido-plástico. La sección es perfectamente rígida hasta que el momento flector solicitante alcanza el valor del momento plástico, que es cuando se considera que la sección pierde completa e instantáneamente su rigidez y sigue deformándose sin aumento –ni disminución– del momento solicitante. El gráfico de momento flector versus rotación (M vs. R) de este comportamiento, tomando la rotación en el eje de las abscisas y el momento en el eje de las ordenadas, muestra un diagrama bilineal, que caracteriza al comportamiento de la rótula (Figura 11).

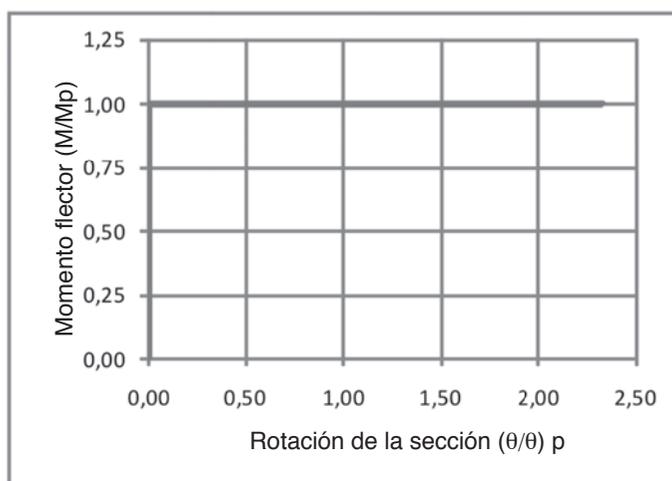


Figura 11. Gráfico M vs. R bilineal

Considerando primer orden geométrico y una estructura hiperestática, el gráfico carga versus desplazamiento mostraría una serie de segmentos rectos alineados cuya pendiente iría disminuyendo conforme se forma cada rótula. La rectitud de los segmentos evidencia que, entre la formación de una rótula y la siguiente, el análisis es estrictamente elástico lineal. Por otro lado, siendo que los quiebres entre segmentos coinciden con la aparición de las rótulas, la gráfica pone en evidencia que la rigidez de la estructura –representada por la inclinación del segmento– disminuye ante la aparición de cada nueva rótula.

Este método permite determinar capacidad de carga de una estructura estudiando su mecanismo de colapso. No permite conocer la variación de los momentos flectores en la estructura luego de formada cada nueva rótula, suponiendo que son siempre crecientes conforme crece la carga aplicada ni respeta la ecuación de interacción.

El método de la rótula concentrada de formación instantánea permite obtener soluciones mediante bajos volúmenes de procesamiento, aunque tiene como contrapartida que se obtienen soluciones de exactitud moderada ya que habitualmente sobreestima la capacidad de carga de la estructura (Gong, 2006).

Método de rótulas concentradas de formación progresiva

El método de rótulas concentradas de formación instantánea supone una degradación de rigidez instantánea, algo que no ocurre en la realidad. Este aspecto es mejorado en el método de la rótula concentrada de formación progresiva, que toma en cuenta la degradación progresiva de la rigidez al momento de caracterizar el comportamiento de las rótulas. Esta suposición permite calificar este método como de plasticidad concentrada.

Debe notarse que al implementar un análisis de 2°OM, la rotación total de una rótula puede considerarse como formada por la rotación elástica, que desaparece al retirar el momento aplicado, y la rotación plástica, que no desaparece al retirar el momento aplicado. Siendo que la influencia en el comportamiento estructural de la rotación elástica es considerada en el modelo de cálculo a través del análisis de rigidez en régimen elástico, la caracterización del comportamiento de las rótulas plásticas debe considerar únicamente la rotación plástica de la rótula, que no es tenido en cuenta de otra manera (Gong, 2006). La mejora es introducida en el cálculo a través de una definición más detallada de la curva M vs. R, a partir de definir una ecuación que represente el comportamiento de la sección en forma continua y para el espectro de momentos flectores que va desde el momento nulo hasta el momento plástico.

Aunque conceptualmente sencilla, esta tarea presenta una dificultad: no es posible determinar la rotación de la sección para dicho espectro de momentos, ya que hasta tanto la sección no se plastifique por completo, teóricamente, la rotación relativa de dos secciones adyacentes es nula. La simplificación que genera esta dificultad es suponer que la plastificación de una barra, que ocurre a lo largo de una longitud finita, puede representarse como concentrada en una longitud infinitesimal (una sección).

Una alternativa sencilla para resolver esta dificultad consiste en considerar el comportamiento de la rótula a partir de conocer la rotación plástica para tres situaciones: bajo M_r (momento flector que plastifica la primera fibra, considerando que ésta ya soporta tensiones residuales), bajo M_y (momento flector que plastifica la primera fibra, considerando que en la sección no hay tensiones residuales) y bajo M_p (momento plástico), suponiendo luego que la rigidez de la rótula varía linealmente entre dichos puntos, supuesto que genera un gráfico M vs. R tetrilineal (ver Figura 12).

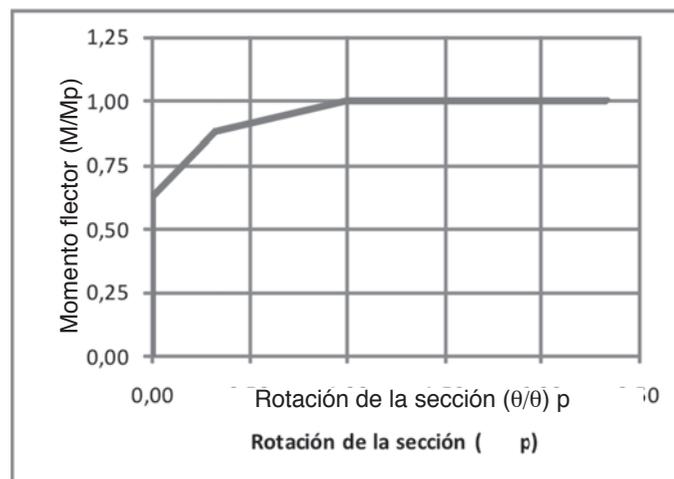


Figura 12. Gráfico M vs. R tetrilineal

- Análisis para M_r
 - Rigidez: Siendo que no se registran tensiones de fluencia en ningún sector de la sección, no hay comportamiento plástico alguno. $R_{mr} = \infty$

- Rotación plástica: $\theta_{mr} = \frac{M_r}{R_{mr}} = 0,00$
- Análisis para M_y (Chan y Chui en Gizejowski y colaboradores, 2006)
 - Rigidez: $R_{my} = \frac{EI \cdot (M_p - M_y)}{0.1667 \cdot L \cdot (M_y - M_r)}$
 - Rotación plástica: $\theta_{my} = \frac{M_y}{R_{my}}$
- Análisis para M_p (Trogia, 2008)
 - Rigidez: Nula
 - Rotación plástica: $\theta_{mp} = 3,00 \theta_{my}$
- Análisis para M_u (Trogia, 2008)
 - Rigidez: Nula
 - Rotación plástica: $\theta_{mu} = 7,00 \theta_{my}$

El análisis de una estructura considerando rótulas concentradas de formación progresiva no es algo sencillo de hacer mediante métodos manuales, requiriéndose generalmente el empleo de algún programa de cálculo de estructuras.

Este método, además de determinar la carga de colapso de la estructura, brinda importante información adicional acerca del proceso de redistribución de cargas que se genera previamente a alcanzarse el mecanismo de colapso de la estructura. Permite establecer, por ejemplo, el orden en que se forman las rótulas, el factor de carga asociado a la formación de cada rótula, y cómo varían los momentos flectores en la estructura luego de formada cada nueva rótula. Permite también considerar la disminución del momento flector en una barra provocado por la redistribución de solicitaciones aún bajo la aplicación de cargas incrementales.

El método de la rótula concentrada de formación progresiva permite obtener mejores soluciones que en el caso anterior aunque todavía con algunas limitaciones en cuanto a su precisión.

Método de rótulas concentradas en serie

Este método es una variante del método anterior, que introduce rótulas adicionales, adyacentes a la primera, en cada extremo de la barra (ver Figura 13).

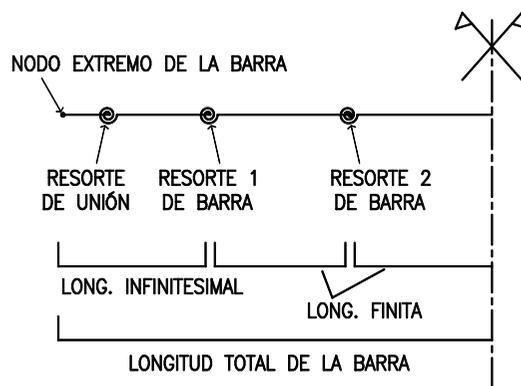


Figura 13. Barra con rótulas en serie (adaptado de Gizejowski y colaboradores, 2006)

Mediante esta estrategia puede incorporarse en el modelo de cálculo no sólo la influencia de la plastificación parcial de las barras, sino también el comportamiento no lineal de las uniones (Gizejowski y colaboradores, 2006) y algunos fenómenos de plastificación distribuida aunque este método considera a la plasticidad como concentrada.

Si se considera que la rigidez de una sección se encuentra muy reducida, es de suponer que la situación de una sección adyacente no será demasiado diferente. Esta situación –la existencia de varias secciones sucesivas que presentan una marcada disminución de su rigidez– no puede ser reflejada en forma precisa por los métodos anteriores, ya que dichos métodos consideran la plasticidad concentrada en una sola rótula. Sin embargo, considerando la existencia de dos rótulas o más en la zona donde se producirá la plastificación, puede mejorarse la capacidad del modelo de análisis para predecir el comportamiento de estructuras que presentan esta situación.

Asimismo, puede considerarse al método de rótulas concentradas en serie una estrategia aplicable a la consideración de plastificaciones generadas por cargas distribuidas no en los extremos sino en el interior de las barras (Kim y Choi, 2005)

El uso de este método se vuelve más atractivo si se implementa computacionalmente a través de un elemento que contenga la consideración de las rótulas en serie sin la necesidad de que sean definidas explícitamente. De esta forma, se logra mediante el proceso de modelado habitual un modelo de cálculo superior al anterior con el único costo de tener que definir las características de los resortes de las rótulas para cada barra que las incluya.

Método de rótulas concentradas refinadas

Este método fue desarrollado con el objetivo de mantener la exactitud de los métodos que consideran la plasticidad distribuida y el volumen de procesamiento del método de las rótulas concentradas de formación instantánea y/o progresiva.

Para lograr dicho objetivo, se planteó el desarrollo de un modelo que, partiendo del método de la rótula concentrada de formación progresiva, incorpore en los aspectos de la plasticidad distribuida. Lógicamente, para cumplir con ambos objetivos –exactitud y simplicidad– debieron hacerse algunas concesiones en ambos aspectos.

Para incorporar en el modelo de cálculo la degradación de la rigidez asociada a la compresión, se propuso (Chen y Lui, 1991) representar dicha degradación mediante el módulo de elasticidad tangente según el Column Research Council (CRC) definido a continuación:

$$E_t = E \quad \text{si } P \leq 0,5 P_y$$
$$E_t = 4 \frac{P}{P_y} E \left(1 - \frac{P}{P_y} \right) \text{ si } P > 0,5 P_y$$

donde:

E = Módulo de elasticidad longitudinal

$P_y = A \cdot F_y$

A = Área de la barra considerada

F_y = Tensión de fluencia considerada.

De acuerdo con la definición de E_t dada, ésta comienza a afectar la rigidez de una barra cuando la carga sobre ella supera el 50% de P_y . Para cargas menores, se supone que el comportamiento de la barra es perfectamente elástico (Figura 14).

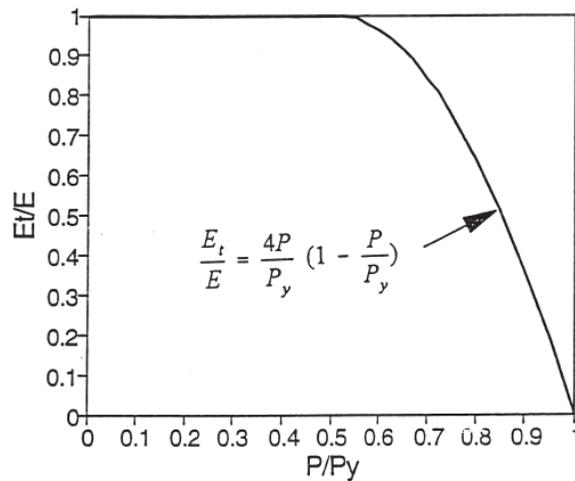


Figura 14. Degradación de la rigidez axial de la barra (Chen, 2000)

Para la incorporación en el modelo de cálculo de la degradación de la rigidez asociada a la flexión, se supuso que la formación de las rótulas puede darse únicamente en los extremos de la barra, concentrando los fenómenos de plasticidad en estos puntos. Esta suposición permite calificar este método como de plasticidad concentrada. Para ello, primeramente se consideró que la resistencia de la barra se encuentra representada por las ecuaciones del capítulo H de las normas AISC (ver Figura 15). Como se vio anteriormente, la situación de una sección se establece mediante el parámetro α , el cual se define como:

$$\alpha = \frac{P}{P_y} + \frac{8}{9} \frac{M}{M_p} \text{ si } \frac{P}{P_y} \geq 0,2$$

$$\alpha = \frac{P}{2 P_y} + \frac{M}{M_p} \text{ si } \frac{P}{P_y} < 0,2$$

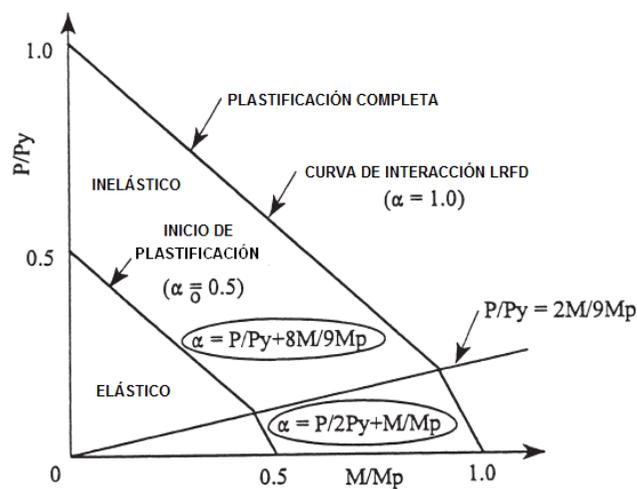


Figura 15. Curva de interacción AISC LRFD (adaptado de Chen, 2000)

La definición del parámetro α es muy similar a la definición del factor de utilización de una sección frente a solicitaciones combinadas, aunque con una diferencia: en el denominador no está la resistencia de diseño ($\phi P_n, \phi M_n$) sino la solicitación que provoca la plastificación de la sección (P_y, M_p). Cuando:

$$\alpha = 1,00$$

se considera que la sección ha agotado su capacidad de resistencia. Sin embargo, las ecuaciones nada dicen acerca de cuándo comienza la pérdida de rigidez, o sea, el inicio de la plastificación. Como se dijo previamente (ver Figuras 9 y 15), puede suponerse (Chen y colabores, 1996) que el inicio de la plastificación de la sección ocurre cuando:

$$\alpha = \alpha_0 = 0,50$$

Aceptando estas pautas, lo que resta definir es la forma en que la sección transita desde una situación perfectamente elástica, con $\alpha < \alpha_0$, a una plástica, con $\alpha = 1,00$.

Aunque varias alternativas son posibles –incluyendo la hipótesis de degradación lineal y parabólica–, los estudios realizados (Chen y colabores., 1996) concluyeron que las mejores predicciones se obtienen mediante la degradación parabólica, la cual se puede representar mediante un factor η , que se define como:

$$\begin{aligned} \eta &= 1,00 && \text{si } \alpha \leq \alpha_0 \\ \eta &= 4\alpha(1-\alpha) && \text{si } \alpha > \alpha_0 \end{aligned}$$

donde α_0 = inicio de la plastificación.

Como se observa a partir de la definición de η y de la representación gráfica de la ecuación, la presencia de solicitaciones combinadas en el extremo de una barra sólo genera degradación de rigidez cuando el valor α es mayor que α_0 (ver Figura 16).

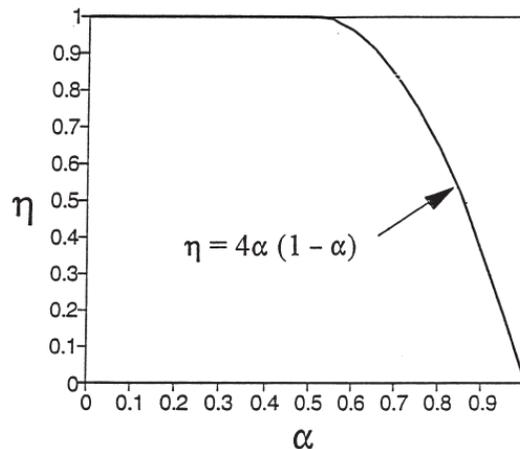


Figura 16. Curva del parámetro que rige la degradación asociada a la flexión (Chen, 2000)

Este método permite la consideración de varios aspectos que hacen al comportamiento estructural, como la degradación de rigidez debida a las tensiones residuales, la degradación de rigidez debida a solicitaciones combinadas de momentos flectores y esfuerzos axiales y el cumplimiento de la ecuación de interacción.

Como resultado, se obtiene la forma de considerar la influencia de todos los aspectos mencionados pero sin la necesidad de evaluar lo que ocurre en cada punto de la sección a lo largo de toda la barra. Este ahorro, crucial al momento de limitar el volumen de procesamiento, constituye la concesión hecha en contra de la exactitud puesto que el método, en definitiva, evalúa lo que ocurre en la barra a través de un patrón –las superficies de plastificación– y no a través de lo que verdaderamente ocurre en la barra.

Método de rótulas concentradas de fibras

Este método aborda la consideración de la influencia del 2°OM dividiendo la barra en fibras para evaluar cada fibra en forma independiente (ver Figura 17).

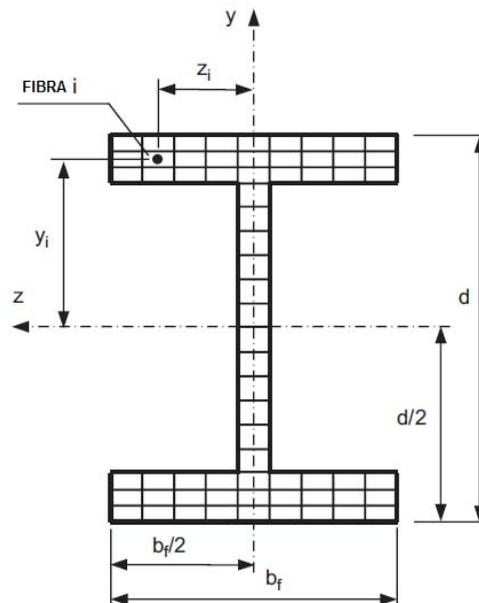


Figura 17. Discretización con fibras (Ngo-Huu y Kim, 2009)

Una de las ventajas de este método es que permite tener en cuenta en forma explícita no sólo las tensiones generadas por las solicitaciones aplicadas a la barra –tanto esfuerzos axiales como momentos flectores– sino también la presencia de tensiones residuales, las que pueden responder a diversos patrones de distribución. Para ello, solo debe agregarse a la tensión determinada por el análisis estructural el valor de la tensión residual considerada para obtener el valor de tensión a evaluar.

Por un lado, la sección de cada fibra debe ser suficientemente pequeña como para que pueda aceptarse la hipótesis de que cada fibra soporta una tensión única y uniforme. Siendo así, la condición de elasticidad o plasticidad de la fibra puede determinarse simplemente evaluando la tensión en cada fibra (Kim y Choi, 2005).

Por otro lado, la cantidad de fibras a considerar debe permitir una representación acabada de la distribución de tensiones que soporta la sección. Si la discretización es gruesa, los escalones de pérdida de rigidez generados a medida que se plastifican las fibras serán muy marcados, afectando el comportamiento estructural del modelo.

La situación de cada fibra es evaluada en forma individual y para cada escalón de carga. Posteriormente, la rigidez que aporta cada fibra es integrada a lo largo de toda la superficie de la sección para determinar los valores de rigidez axial y flexional de la sección analizada a utilizar en el próximo escalón de carga. Dichas rigideces pueden determinarse mediante las siguientes ecuaciones (Ngo-Huu y Kim, 2009):

$$EA = \sum_{i=1}^m E_i \cdot A_i$$

$$EI_n = \sum_{i=1}^m E_i \cdot n_i^2 \cdot A_i$$

donde:

m = Cantidad total de fibras

E_i = Módulo tangente del material

A_i = Área de la fibra i ésima

n_i = Coordenada de la fibra i ésima.

Procediendo de esta manera y evaluando la situación de cada fibra en toda la sección, se determina el comportamiento de las secciones en forma precisa, sin necesidad de recurrir a las aproximaciones implícitas que se asumen, por ejemplo, al considerar las superficies de plastificación. En este sentido, las superficies de fluencia consideradas en el AISC o sugeridas por Orbison (1982) fueron ajustadas a una sección y a una distribución de tensiones en particular, mientras que esta forma de evaluar la sección refleja la situación de cada sección considerada.

Cabe aclarar que este método considera, al igual que los nombrados anteriormente, la plasticidad concentrada en una sección de la barra. Por tal motivo, comparte con aquellos la necesidad (y la dificultad) de definir una longitud –la longitud de la rótula– a la cual asignar el valor de rigidez hallado en la sección estudiada. La determinación de dicha longitud ha mostrado tener una influencia limitada (Ngo-Huu y Kim, 2009).

Este procedimiento, que evalúa en forma explícita la situación de cada fibra dentro de una sección, permite incluir en el análisis la degradación de rigidez debida a las tensiones residuales, la degradación de rigidez debida a solicitaciones combinadas de momentos flectores y esfuerzos axiales y el cumplimiento de la ecuación de interacción. También permite considerar el comportamiento del material y de la sección pero no de la barra, la que continúa considerándose elástica entre rótulas.

Método de plasticidad distribuida

La degradación de la rigidez de una estructura comienza generalmente bajo cargas sensiblemente menores a las de colapso, apareciendo no en forma puntual o concentrada sino en forma distribuida. Por este motivo, un método que considera la plasticidad distribuida en la estructura aborda la determinación del comportamiento de la estructura de forma más realista que los métodos de plasticidad concentrada (Figura 18).

En los métodos de plasticidad distribuida, la compatibilidad geométrica es manejada asumiendo que existe una total continuidad en la estructura. Por este motivo, aunque puedan existir zonas que presenten grandes curvaturas, una rótula concentrada en su sentido estricto –rotación relativa diferente de 0,00 entre dos secciones adyacentes– no es considerada posible. Esta característica tiene como ventaja asociada, respecto de los métodos mencionados previamente, que al no existir las rótulas no existe la necesidad de definir ninguna longitud asociada a ellas.

El método de plasticidad distribuida posee la capacidad de considerar comportamientos complejos de las barras, como lo son el pandeo local del ala o el alma y el pandeo lateral torsional, capacidad de que carecen los métodos de plasticidad concentrada. Por ello, se considera que el método de análisis de plasticidad distribuida es el más apropiado para el estudio de la estabilidad en 2°OM en estructuras con comportamientos complejos (Jiang y colaboradores, 2002). Estos son los motivos que hacen que sea el método utilizado para establecer bancos de prueba o llevar adelante el diseño directo de estructuras tridimensionales.

Operativamente, un análisis que considere plasticidad distribuida debe evaluar la situación de cada punto de toda la estructura y no solo donde se espera que haya una concentración de efectos de 2°OM. Mediante dicha evaluación, se corrigen los parámetros de rigidez de la estructura antes de un nuevo escalón de carga.

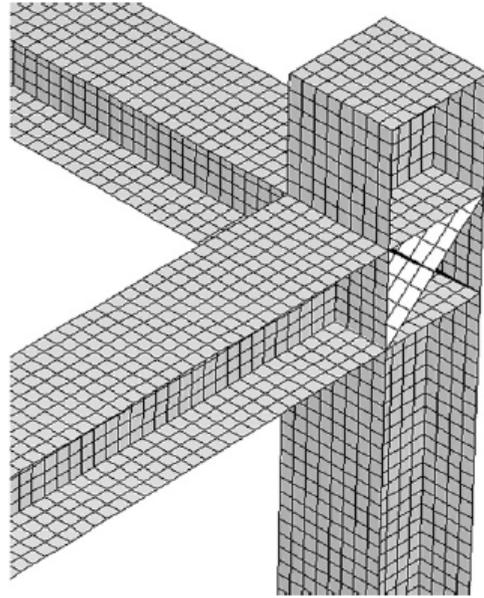


Figura 18. Plasticidad distribuida (Ngo-Huu y Kim, 2009)

Conclusiones

La inclusión explícita del segundo orden de material permite incorporar fenómenos que influyen notablemente en los resultados obtenidos en el análisis estructural. Esta inclusión, que hace posible obtener resultados mucho más ajustados a lo que en la realidad ocurre, constituye la puerta de entrada a los métodos directos de diseño.

El comportamiento del acero como material presenta particularidades. La manera más sencilla y habitual de modelarlo es suponiendo un comportamiento bilineal ideal sin endurecimiento. Por otro lado, para las tensiones residuales puede considerarse la distribución convencional de Lehigh.

El comportamiento del acero formando parte de una estructura es determinante. Las alternativas para su consideración son varias, teniendo cada una sus características. En general, puede decirse que, a mayor simplicidad del método empleado, menores son la complejidad del problema matemático a resolver y la precisión de los resultados obtenidos.

Los métodos que consideran el concepto de “rótula plástica” valoran satisfactoriamente la redistribución de solicitaciones. Sin embargo, solo los métodos que consideran el concepto de “sección plastificada” (como por ejemplo el “Método de rótulas concentradas refinadas”, el “Método de rótulas concentradas de fibras” y el “Método de plasticidad distribuida”) consideran la redistribución de solicitaciones permitiendo al mismo tiempo la obtención de soluciones que también respetan la ecuación de interacción.

Referencias

ANSI/AISC 360-05 (2005). *Specification for structural steel buildings*, American Institute of Steel Construction, Chicago, USA.

ANSI/AISC 360-10 (2010). *Specification for structural steel buildings*, American Institute of Steel Construction, Chicago, USA.

- ARGÜELLES ÁLVAREZ, R. (1981) *Cálculo de estructuras*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, España.
- BROCKENBROUGH, R. L.; MERRIT, F. S. (1999). *Structural steel designers handbook*. McGraw-Hill, USA.
- CHEN, Wai-Fah (2000). *Structural Stability: from theory to practice*, Engineering Structures 22, 116-122.
- CHEN, Wai-Fah; GOTO, Y.; LIEW, J.; Richard Y. (1996). *Stability design of semi-rigid frames*, John Willey & Sons Inc.
- CHEN, Wai-Fah; LUI, E. M. (1991). *Stability design of steel frames*, CRC Press, Florida, USA.
- GIZEJOWSKI, M. A.; BARSZCZ, A. M.; BRANICKI, C. J.; UZOEGBO, H. C. (2006). *Review of analysis methods for inelastic design of steel semi-continuous frames*. Journal of Constructional Steel Research. 62, 81-92.
- GONG, Y. (2006). *Adaptive gradual plastic hinge model for nonlinear analysis for steel frameworks*, Canadian Journal of Civil Engineering 33, 1125-1139.
- JIANG, Xiao-Mo; CHEN, H.; LIEW, J.; Richard Y. (2002). *Spread-of-plasticity analysis of three-dimensional steel frames*, Journal of Constructional Steel Research 58, 193-212.
- KIM, S. E., CHOI, S. H. (2005). *Practical second order inelastic analysis for three-dimensional steel frames subjected to distributed load*, Thin-walled Structures 43, 135-160.
- KIM, S. E, PARK, M. H. y CHOI, S. H. (2001). *Direct design of three-dimensional frames using practical advanced analysis*, Engineering Structures 23, 1491-1502.
- MASSONNET, Ch.; SAVE, M. (1966). *Cálculo plástico de las construcciones*, Montaner y Simon S.A. Editores, Barcelona, España.
- McGUIRE, W.; GALLAGHER, R. H.; ZIEMIAN, R.D. (2000). *Matrix Structural Analysis*, John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- NGO-HUU, C.; KIM, S. E. (2009). *Practical advanced analysis of space steel frames using fiber hinge method*, Thin Walled Structures 47, 420-430.
- ORBISON, J. G. (1982). *Nonlinear static analysis of three-dimensional steel frames*, Report N° 82-6, Department of Structural Engineering, Cornell University, New York, USA.
- PUPPO, A. H. (2007). *Relación tensión-deformación y teoremas de energía*, Apuntes de Clase.
- SALMON, Ch. G.; JOHNSON, J. E. (1996). *Steel structures, design and behavior*, Prentice Hall, New Jersey, USA.
- TROGLIA, G. R. (2008). *Estructuras metálicas, proyecto por estados límites*, Jorge Sarmiento Editor, Córdoba, Argentina.

WHITE, D. W.; SUROVEK, A. E.; ALEMDAR, B. N.; CHANG, C.-J.; KIM, Y. D.; KUCHENBECKER, G. H. (2006). *Stability analysis and design of steel building frames using the AISC 2005 Specification*. Korean Society of Steel Construction; Steel Structures 6, 71-91.

DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE RENDIMIENTO DE BATERÍAS ALCALINAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA FERROVIARIA CON EVALUACIÓN DE CONFIABILIDAD

Eugenio Francisco Dattilo*, Nora Capato, Fernando Cacciavillani, Daniel Pugliese

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Avda. Mitre 750 (1870) Avellaneda, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

* Autor a quien la correspondencia debe ser dirigida

Correo Electrónico: mecánica@fra.utn.edu.ar; efdattilo@yahoo.com.ar

Recibido el 25 de marzo de 2013; aceptado el 16 de mayo de 2013.

Resumen

La fiabilidad de componentes es una forma de encuadrar los distintos aspectos del ciclo de vida de productos o equipos industriales complejos cuya performance está influida por el diseño, el uso y el mantenimiento. En el caso de las baterías alcalinas de uso ferroviario, su alto demérito por costo de inversión y operativo frente a otras alternativas hacen que sea relevante maximizar su gran ventaja, que es una alta vida en servicio (20 años frente a medio año de una batería ácida cuyo costo es 35 veces menor). La fiabilidad estudia los fenómenos de desgaste que ocurren durante esta vida prolongada bajo condiciones de uso y mantenimiento determinadas, poniendo en juego la solidez del diseño original. En el presente trabajo se busca determinar el comportamiento en distintas condiciones de servicio de estas baterías a través de su curva de descarga, elemento que se halla incluido como requisito normativo en los orígenes de su diseño. La comparación entre curvas de descarga permitirá observar la influencia que poseen en el rendimiento los desgastes aleatorios al uso y al mantenimiento en relación a los desgastes naturales previstos en el diseño.

Palabras Clave: Baterías - Fiabilidad - Rendimiento.

Abstract

The reliability of components is a way of framing the various aspects of the life cycle of products or complex industrial equipment whose performance is influenced by its design, use and maintenance. In the case of alkaline batteries for railway use, its high demerit for investment and operational cost compared to other alternatives makes relevant to maximize their advantage, which is a high service life (20 years versus six months of acid battery, this last one being 35 times cheaper). Reliability studies wear phenomena occurring during this prolonged life under certain use and maintenance, risking the strength of the original design. The objective of the present work is to determine the behaviour of these batteries under various conditions of service through their discharge curve, element which is included as a regulatory requirement within the origins of their design. Comparison between discharge curves allows observing the influence that random scuffs to the use and maintenance have on the performance, in relation to natural wear foreseen in design stage.

Keywords: Batteries – Reliability - Performance

Introducción

Las baterías alcalinas son utilizadas en unidades ferroviarias para iluminación, servicios

auxiliares y arranque en coches con equipos moto generadores.

El conjunto acumulador que recibe el nombre de "batería" está compuesto por 19 vasos ubicados en serie para un total de 24 voltios de tensión nominal de descarga.

Cada vaso se carga desde 1,19 voltios (22,6 voltios en el conjunto) hasta 1,34 Volt (25,6 voltios en el conjunto) y luego se descarga en servicio entre esos límites. Sin embargo, en la realidad del uso para poder expresar la capacidad enunciada estos límites deben superarse, descargándose la batería por debajo de los 21 voltios y cargándola por encima de los 27 voltios.

La batería de iluminación común en la Argentina es la NIFE T.A. 225 (significa que la batería podría entregar en descarga 225 A en una hora, pasando de 25,6 V a 22,4 V).

El rendimiento energético de la batería es la relación entre los vatios/hora útiles vs los empleados para la recarga.

Tanto las placas de níquel / cadmio como el electrolito alcalino del vaso sufren procesos de desgastes naturales y aleatorios a las condiciones de uso y mantenimiento; tales desgastes afectan en el tiempo al rendimiento de las baterías.

Cuando el vaso se encuentra bajo desgastes exclusivamente naturales a su funcionamiento (ej. carbonatación del electrolito) con condiciones adecuadas de mantenimiento y uso, estas baterías expresan una alta vida útil con rendimientos elevados. En cambio, bajo condiciones no adecuadas de mantenimiento y uso, aparecen desgastes aleatorios (por ej. pérdida de material activo de las placas) el rendimiento de la batería disminuye en forma significativa brindando un deficiente servicio (función parcializada) de rápidas descargas y dificultades de recarga.

El objetivo del presente trabajo es comparar curvas de rendimientos tomadas bajo distintas condiciones y orígenes, como forma de observar la influencia de estos desgastes naturales y aleatorios en la fiabilidad y vida útil del conjunto.

Desarrollo

Vinculadas estrictamente a los términos de la introducción se han podido relevar las siguientes curvas:

- Curva extraída como referencia de la Norma FAT 1200. Denominación: curva FAT1200
- Curva tomada en banco de descarga sobre el vaso de mejor comportamiento de una batería ubicados en la Unidad P1051 donados por la Administradora FERROBAIRES con el electrolito original en uso. Denominación: curva P.1051 EU
- Curva tomada en banco de descarga sobre el mismo vaso anterior pero con el electrolito renovado. Denominación: curva P1051 EN.
- Curva histórica tomada en Laboratorios de Dique 4 para la recepción de una partida de Baterías alcalinas TA 225 a la Firma NIFE Argentina en el año 1988. Denominación: curva DIQUE 4.
- Curva tomada sobre dos vasos donados por la Firma ENERALCA con Diseño NIFE reciente. Denominación: curva Nuevo Diseño.

Las curvas se han tomado como referencia de funcionamiento; en realidad, se han desarrollado curvas de otros vasos que continúan en servicio cuya característica aproxima a estas.

En forma complementaria se han realizado los siguientes estudios:

- Distintos vasos de diseño hermético han sido abiertos para estudiar los efectos visibles de los desgastes naturales y aleatorios que han actuado sobre sus componentes y el electrolito.
- Se han enviado a análisis químicos el electrolito retirado de los vasos y los sedimentos sólidos hallados en la base del vaso.

Resultados

En los ensayos y estudios realizados se pone de manifiesto la influencia que toman en la pérdida de capacidad del acumulador o batería alcalina los fenómenos de: impurificación del electrolito, el deterioro de las placas y la pérdida del material activo y finalmente como afecta el diseño original.

Influencia de la impurificación del electrolito en la pérdida de capacidad del acumulador alcalino.

Se compara la curva de descarga establecida en la norma: curva FAT 1200 (Figura 1) para acumuladores T.A 225 (serie 3 en gris claro) con las curvas tomadas de vasos de la unidad P 1051 con el electrolito de uso en servicio (curva P.1051 EU serie 2, en gris oscuro) y la del mismo vaso con recambio del electrolito (curva P.1051 EN serie 1, en gris intermedio).

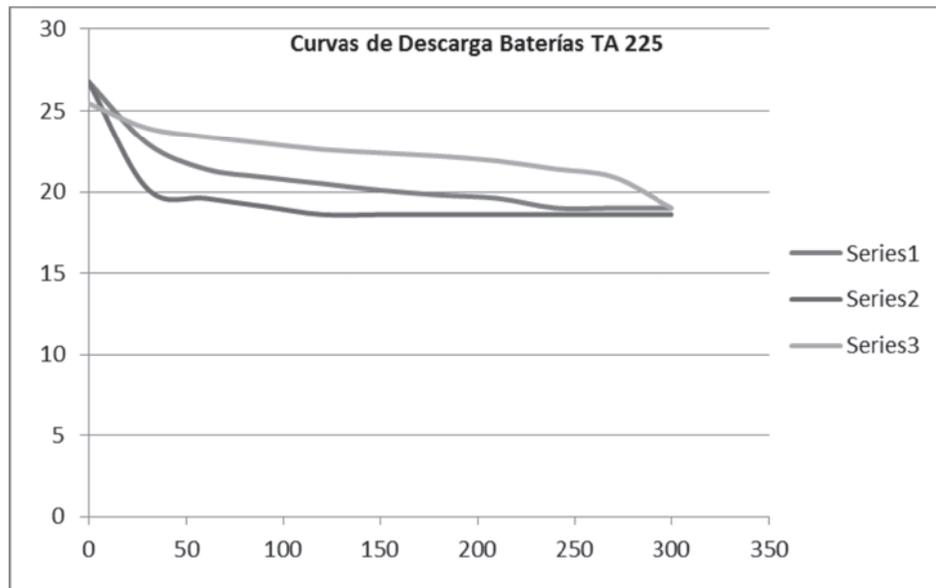


Figura 1. Curvas FAT1200 y P1051

Los valores del vaso de la unidad P1051 han sido tomados en voltios por vaso, pero se presentan multiplicados por 19 (cantidad de vasos en el conjunto) a los efectos comparativos. En abscisas se indican minutos de descarga.

El análisis del trazado de estas curvas comparativas permite identificar las siguientes conclusiones de comportamiento:

La variación de la descarga entre las curvas de serie 2 (unidad 1051 con electrolito carbonatado) y las curvas de serie 1 durante la primera hora de trabajo indica el efecto de la impurificación del electrolito alcalino sobre las curvas que establecen la performance de descarga. Esta impurificación se debe a tres factores de desgaste: uno como desgaste natural debido al proceso de carbonatación del electrolito por absorción del CO₂ del medio ambiente.

Los dos factores siguientes de impurificación se deben a desgastes de tipo aleatorio al mantenimiento de línea, debido a la incorporación de cloro vía el ciclo de reposición de agua de la batería y al desborde del material activo que paulatinamente van haciendo perder densidad al electrolito.

Los cloruros en un medio alcalino perforan la capa pasivada del acero y atacan a los componentes activos contenidos en las briquetas de la batería, especialmente el cadmio, provocando pérdidas de masa, efecto conocido como picadura.

La pérdida de densidad por desborde del electrolito durante el mantenimiento provoca el aumento de la temperatura durante la operación de descarga, bajando sensiblemente el rendimiento eléctrico del conjunto.

En las muestras tomadas se verificó una densidad de $1,14 \text{ g/cm}^3$ mientras que al reponer el electrolito este valor sube a $1,19 \text{ g/cm}^3$, en acuerdo con lo que indica la norma.

Una vez concluidos los procesos de descarga que llevaron a las curvas anteriores se procedió a abrir el vaso constatándose la presencia de abundante material activo – níquel cadmio - y carbonatos de potasio en la base del mismo, producto de los procesos naturales y aleatorios mencionados.

Para buscar una referencia de la influencia del electrolito en el rendimiento se han considerado las diferencias en la pendiente de primera hora de las curvas 1 y 2, comparándolas con una referencia histórica de recepción de estas baterías en el año 88 de la Firma NIFE que en aquel momento proveía al Ferrocarril.

La curva adicional que se muestra fue realizada en los Laboratorios que el Ferrocarril poseía en Dique 4¹ y constatada por curvas de recepción en la misma firma, puede considerarse como el formato normal de curvas entregada por la empresa proveedora al inicio del trabajo operativo y recibidas en aprobación por el Ferrocarril.

En la Figura 2 se muestran las curvas anteriores serie 1 y serie 2 de los vasos de la unidad 1051, pero en lugar de contrastarlas con las surgidas de la Norma FAT 2000, como en el caso anterior, la curva de serie 3 corresponde a la mencionada anteriormente como de ensayo de recepción en Dique 4.

Puede observarse que, según los criterios de recepción de aquel entonces, en lugar de seguir los valores de inicio de la Norma, estos ensayos de recepción partían de un voltaje superior (28,4 V para el conjunto de los 19 elementos contra los 26,8 solicitados por la Norma)

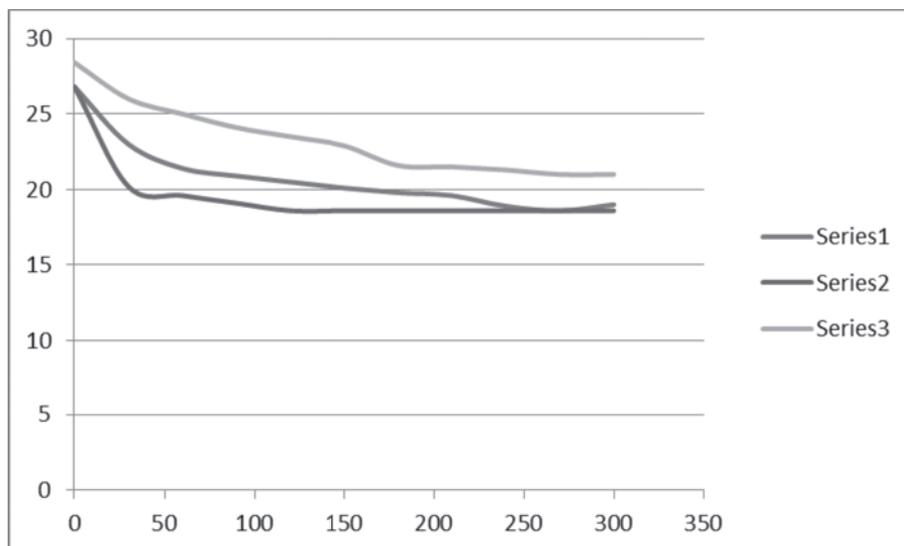


Figura 2. Comparación de curvas Unidad 1051 con Referencia Histórica

Al comparar las pendientes de las curvas de primera hora de las tres series, puede verse

¹ Corresponden a registros propios de uno de los autores, quien en ese momento desarrollaba funciones profesionales en el desvío de coches km 4, donde se recibían estas baterías de la firma NIFE Argentina.

Determinación de las curvas de rendimiento de baterías alcalinas utilizadas en la industria ferroviaria con evaluación de confiabilidad

que la pendiente del registro (curva DIQUE 4 serie 3 pendiente de primera hora -0,046) se acerca en forma significativa a la pendiente de Serie 1 establecida a partir de renovar el electrolito alcalino en vasos de la Unidad P 1051 (P 1051 EN pendiente de primera hora -0,064) de la misma forma que se aleja de manera significativa de la curva de Serie 2, tomada con el electrolito en uso (P 1051 EU pendiente de primera hora -0,12).

La conclusión que puede sacarse se halla referida a que los problemas de rendimiento inicial de las baterías se deben en buena parte a la impurificación del electrolito en forma independiente de los procesos de deterioro provocados en las placas y en el conjunto de transmisión eléctrica que pudieran afectar a estos valores.

La batería con electrolito nuevo P 1051 EN alcanza el límite de uso funcional a las dos horas, mientras que la batería P 1051 lo alcanza antes de la primera hora.

Influencia de los procesos de deterioro de briquetas, placas y elementos de transmisión eléctrica en la pérdida de capacidad del acumulador alcalino

La observación directa de placas de 8 vasos de la batería extraída de la unidad P 1051 en distintos estados de deterioro y los primeros análisis de electrolito han agregado información sobre las condiciones del mantenimiento recibido durante su vida útil, según el siguiente detalle :

- Las placas positivas han sufrido el desgaste natural del proceso de oxidación (ferrificación).
- No se ha observado en ninguna placa alabeo o distorsiones que hicieran suponer estados de carga durante tiempo prolongado.
- Los elementos de aislación, si bien muestran el deterioro natural por envejecimiento, conservan su función primordial.
- El electrolito ha sufrido su natural proceso de carbonatación, con alta presencia de cloro como vía de ataque a las placas, lo que sugiere una mala calidad en el aporte de agua durante el mantenimiento en servicio.
- La densidad promedio es muy baja, lo que sugiere que se han cometido acciones de derrame durante el mantenimiento directo por reposición de agua destilada en servicio.
- Los materiales estructurales de vasos y briquetas mantienen su condición sin deterioro visible en ningún caso.
- Se encuentran briquetas (alrededor del 25 % del total) cuyas perforaciones de contacto se hallan obturadas
- Los contactos y bornas observados no muestran signos de deterioro ni efectos químicos que pudieran actuar allí dificultando su función.
- Los sedimentos hallados en la parte inferior del vaso se encuentran ricos en material activo caído de las briquetas que componen las placas por ataque químico, especialmente cadmio.
- De los registros de trabajo de la empresa se ha determinado un valor de utilización en servicio, con promedio del 23 %, es decir las unidades de baterías se encuentran largos tiempos en sectores de mantenimiento, depósito o espera, lo que provoca en la batería el llamado "efecto de flotación" que induce a una pérdida gradual de capacidad por falta de operación.

Para medir los efectos del deterioro provocado por el uso y el defectuoso mantenimiento en placas, briquetas y conjunto eléctrico simplificamos a estas observaciones en tres principales:

- Desgaste natural de la placa positiva por ferrificación, con obturación de briquetas.
- Desgaste aleatorio al mantenimiento: pérdida del material activo depositado en el fondo del vaso, debido a la incorporación de cloro en el agua de reposición.
- Desgaste aleatorio al uso: pérdida de capacidad por altos periodos de flotación.

A continuación se efectuó la comparación de las curvas históricas con la curva P 1051 EN (Electrolito Nuevo) como forma de independizar los resultados de la contaminación del electrolito

y observar la pérdida de capacidad provocada por estos desgastes naturales y aleatorios (Figura 3).

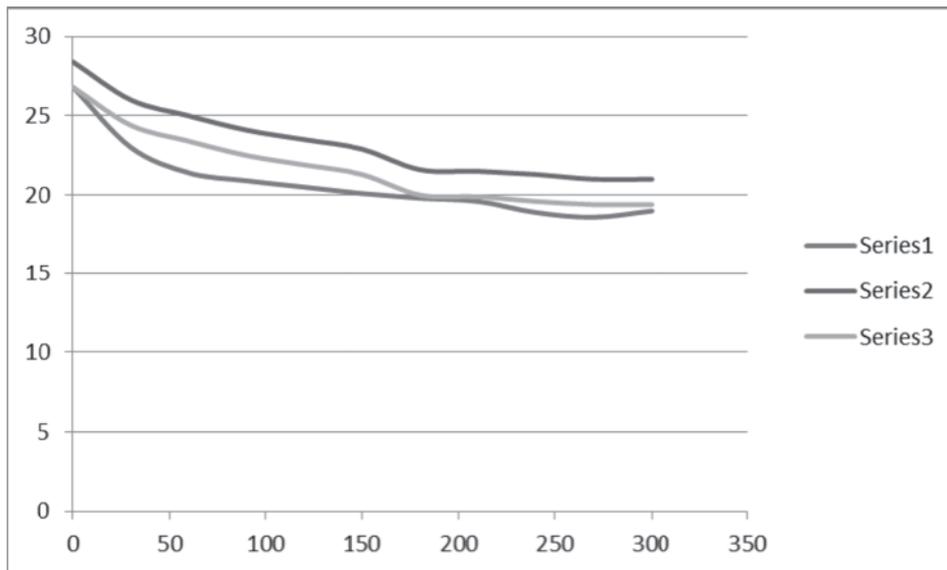


Figura 3. Comparación del vaso P1051 con la curva histórica ajustada (DIQUE 4) ajustada

La serie 3 muestra la curva histórica aproximada (ajustada) a la P 1051 EN con la misma tensión de inicio a efectos de su comparación.

La diferencia de áreas muestra el efecto de los desgastes internos observados, notándose que estos efectos se manifiestan especialmente entre la primera y la tercera hora.

Como se ha visto, la batería P 1051 EN alcanza su límite de uso normal a las dos horas aproximadamente; la curva histórica ajustada indica que si la batería iniciara su descarga según norma alcanzaría este límite a las tres horas aproximadamente, lo que implica que a 54 amperes daría un valor funcional por debajo de la capacidad requerida de 225 amperes - hora.

Por esta razón la firma NIFE Argentina elevaba el inicio de la descarga (como puede verse en la curva histórica) a 28,4 V, de modo que, a pesar de la pronunciada pendiente inicial, el valor límite de descarga por vaso admisible para la correcta función (1,14 V por vaso o 21,6 V para los 19 vasos del conjunto) se alcanzará a las 4 horas de descarga, como puede verse en la curva histórica en cuestión.

La duda respecto a la posibilidad de que ese ciclo de carga y descarga elevada afectara a las placas de modo de producir su deformación y potencialmente provocar el cortocircuito del vaso no puede ser ponderada aquí, ya que depende de un seguimiento en servicio de muchos lotes, fuera de los objetivos de este trabajo. Del total de placas analizadas (cerca de 40) en ningún caso se verificó este tipo de desgaste.

Influencia del diseño en la pérdida de capacidad de acumuladores alcalinos utilizados en la actividad ferroviaria

El diseño de los acumuladores alcalinos y la forma en que estos ejercen su acción de carga, acumulación y descarga provocan en ellos una alta vida funcional, que originalmente solo se ve afectada por la "ferrificación" de las placas positivas, más la pérdida de capacidad por flotación antes mencionada. El uso bajo condiciones operativas variables, sumado a la falta del adecuado mantenimiento preventivo, provoca los efectos complementarios que este estudio trata de determinar.

Estrictamente, la validación del diseño de estos acumuladores puede basarse en dos aspectos, por un lado el cumplimiento de las requisitorias establecidas en la normativa y por otro en la estabilidad de los componentes ante condiciones variables de uso y mantenimiento.

Para establecer el primer aspecto de esta cuestión se realiza un análisis comparativo entre las curvas solicitadas por la norma FAT 1200 y la curva histórica antes vista, más una curva que se ha podido extraer de dos vasos donados por la Firma ENERALCA, que actualmente es el importador en la Argentina de las baterías antes provistas por NIFE .

En la Figura 4 se presentan estas curvas con las siguientes referencias:

- Serie 1: curva extraída en Laboratorio sobre vasos aportados por la Firma ENERALCA, de diseño reciente (pph (pendiente de primera hora): -0,026)
- Serie 2: curva teórica, según lo establecido en la Norma FAT 1200 (pph: -0,034)
- Serie 3: curva Histórica (DIQUE 4 pph: -0,046)
- Serie 4: curva Histórica ajustada, según criterios del punto anterior.

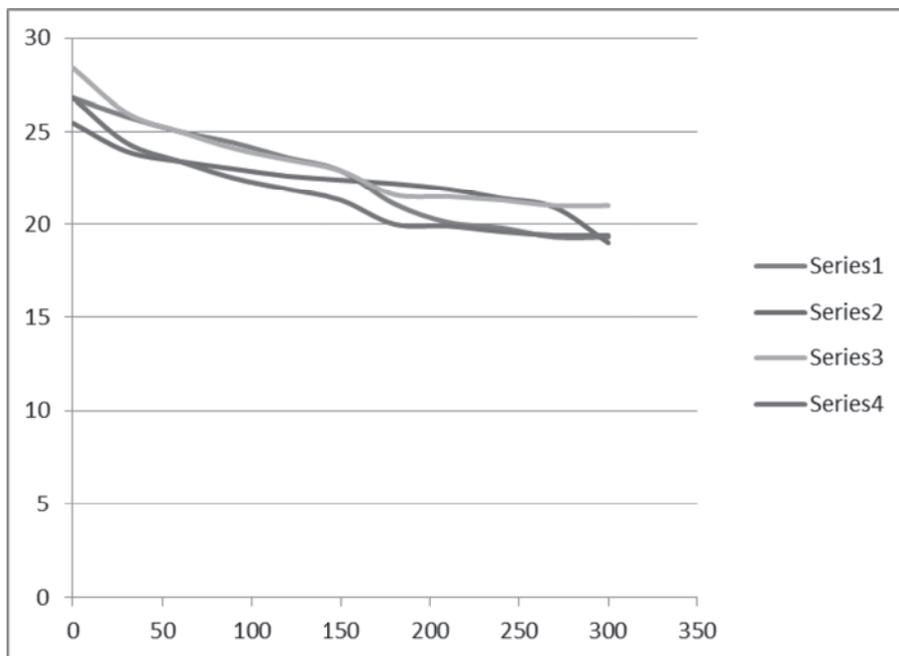


Figura 4. Comparación de curvas ENERALCA (diseño actual), FAT 1200, histórica (DIQUE 4) e histórica ajustada

Comparando las curvas de la Normas FAT y el diseño actual, series 2 y 1 respectivamente, puede notarse que resulta muy difícil, aun con diseños actuales, cumplir con las pendientes solicitadas por la Norma y permitir que la batería exprese esa capacidad sin recurrir a una sobretensión de carga.

La comparación de la curva histórica ajustada (serie 4) con las dos anteriores permite determinar que el diseño original adolecía de la capacidad solicitada como requisito de cumplimiento de norma. Este dato surge cuando se comparan las pendientes, en forma especial las de primera hora de ambas (series 4 y 2).

La evolución del diseño puede verse en las pendientes comparativas de las curvas de las series 4 (diseño antiguo TA 225) y serie 1 (diseño actualizado, baterías de importación).

El segundo aspecto, referido a la robustez del diseño, muestra un lado positivo en cuanto al material inspeccionado; los desgastes naturales observados por ferrificación se encuentran en control, mientras que el sobre uso por ciclos exigentes de carga, la falta del adecuado

mantenimiento, la incorporación de cloro vía el agua de reposición, la baja densidad del electrolito y su carbonatación, si bien han traído efectos relevantes en relación con la pérdida del material activo de las briquetas, no han provocado el deterioro estructural de las placas ni los componentes de transmisión eléctrica. Por otro lado, muchos de los efectos de pérdida de capacidad se revierten con el recambio del electrolito (acción que el mantenimiento ferroviario no contempla).

Conclusiones

Las baterías alcalinas resultan una solución indispensable para el uso ferroviario; la desnaturalización de las acciones del mantenimiento, la desinformación respecto a los factores que afectan su rendimiento y vida útil y la desinversión han provocado un estado de situación actual en el que otros proyectos alternativos buscan reemplazar con menor valor operativo a estos activos de mantenimiento.

En este caso se parte de un conjunto de alta fiabilidad de diseño, validado en la actividad ferroviaria, que se ve afectado por el uso y el mantenimiento inadecuado. Esta situación se observa en el análisis de las curvas con electrolito de servicio y electrolito nuevo y en los efectos de los desgastes aleatorios en las curvas que pueden determinarse cruzando estas curvas con las históricas.

La determinación objetiva de los factores que alteran el ciclo de vida de estos conjuntos acumuladores pone de manifiesto la disyuntiva técnica de la utilidad de aplicar mantenimientos vinculados a la fiabilidad de los componentes ferroviarios, cuando estos se plantean como conjuntos reparables de largos ciclo vida.

INDICE ESTRUCTURAL DE DOMINANCIA PARA POBLACIONES DE *SICYOS POLYACANTHUS COGN.* EN CAÑA DE AZÚCAR.

Luis Ernesto Vega Caro, Francisca Elena Gianinetto, Norma Susana Moya *

Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Ambiental (CEDIA), Facultad Regional Tucumán, Universidad Tecnológica Nacional, Rivadavia 1050 (4000)- San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

* Autor a quien la correspondencia debe ser dirigida

Correo electrónico: susana_moya2004@yahoo.com.ar

Resumen

El manejo del agroecosistema caña de azúcar en una vasta región del Noroeste de Argentina contribuye al cambio estructural de las poblaciones de malezas que afectan al cultivo. Esos cambios van eliminando unas plantas y sacando a la superficie las semillas de otras plantas que germinarán y llevarán al establecimiento a determinadas comunidades dentro de las cepas del cañaveral. Las variaciones de las poblaciones de malezas debidas a las prácticas culturales se manifiestan en cambios en las estructuras ecológicas en el espacio y en el tiempo.

Dentro de las especies latifoliadas anuales que afectan los cañaverales de la región, *Sicyos polyacanthus* es una maleza cucurbitácea que reviste gran importancia por poseer una gran capacidad de cobertura, un alto poder germinativo y presentar cierta resistencia a herbicidas. Las observaciones del crecimiento de esta maleza y sus aptitudes ecobiológicas permitirán elaborar un modelo de estructura que puede dar una idea acabada del potencial competitivo de la misma.

El conocimiento de las condiciones esenciales del éxito de una especie como maleza permite elaborar las estrategias de manejo y control adecuadas para llegar a una óptima producción del cultivo; siendo la competición intra e interespecífica una drástica interacción entre componentes como elementos fundamentales para definir la estructura de una comunidad, pudiendo surgir poblaciones polimórficas e incrementarse la diversidad o llegar a una coexistencia estable entre ellas.

Palabras clave: malezas –sycius - caña de azúcar

Abstract

The management of sugarcane agroecosystem in a vast region of NW Argentina contributes to structural change in weed populations that affect the crop. These changes are eliminating some plants and bringing to the surface the seeds germinate, and lead to the establishment of certain communities within strains of the cane. Changes in weed populations due to cultural practices are manifested in changes in ecological structures in space and time.

Inside annual broadleaf species affecting sugarcane fields in the region, is a weed *Sicyos cucurbitácea polyacanthus*, of great importance for having a wide coverage capability, high germination and also for presenting some resistance to herbicides. Observations of growth of this weed and eco-biological allow developing a model structure that can give a complete idea of the competitive potential of it. Knowledge of the basic conditions for the success of a species as a weed can develop management strategies and control measures to reach optimum crop production, being the intra-and interspecific competition a dramatic interaction between components as fundamental elements to define the structure of a community, can arise polymorphic populations and increased diversity or reach a stable coexistence between them.

Keywords: Weed, sycius, sugarcane

Introducción

El conocimiento de las condiciones esenciales del éxito de una especie como maleza, permite elaborar las estrategias de manejo y control adecuadas para llegar a una óptima producción del cultivo (Mortimer y colaboradores, 1978).

El manejo del agroecosistema caña de azúcar en una vasta región del Noroeste de Argentina contribuye al cambio estructural de las poblaciones de malezas que afectan al cultivo. Esos cambios van eliminando unas plantas y sacando a la superficie las semillas de otras plantas que germinarán y llevarán al establecimiento a determinadas comunidades dentro de las cepas del cañaveral. Las variaciones de las poblaciones de malezas debidas a las prácticas culturales se manifiestan en cambios en las estructuras ecológicas en el espacio y en el tiempo.

Los cambios visibles en las comunidades de malezas se debe entre otros factores a las diferencias evolutivas entre las especies, ya sean estas anuales o perennes, y sus diferentes aptitudes competitivas.

Dentro de las especies latifoliadas anuales que afectan los cañaverales de la región, *Sicyos polyacanthus* es una maleza cucurbitácea que reviste gran importancia por poseer una gran capacidad de cobertura, un alto poder germinativo y presentar cierta resistencia a herbicidas como el 2,4-D y otros hormonales.

Las observaciones del crecimiento de esta maleza y sus aptitudes ecobiológicas permitirán elaborar un modelo de estructura que puede dar una idea acabada del potencial competitivo de la misma. Scudo (1991) considera a la competencia intra e interespecífica y la drástica interacción entre componentes como fundamental para definir la estructura de una comunidad. Para Augner y colaboradores (1991) de las interacciones intraespecíficas pueden surgir poblaciones polimórficas y de las interacciones interespecíficas puede incrementarse la diversidad y llegar a una coexistencia estable.

Se entiende por estructura (del lat.: structura) a la distribución, el orden y el enlace existente entre las partes de un todo, vinculados entre sí y capaces de mantener la forma y las condiciones de ese todo a lo largo del tiempo. La estructura está ensamblada por elementos solidarios entre sí que constituyen el esqueleto y la forma, siendo su función estática la condición esencial que le da permanencia o estabilidad en el espacio y en el tiempo.

En la Figura 1 se ejemplifican dos modelos de estructuras simples que pueden ser empleados para simbolizar comunidades de especies de malezas. Entre ellas existen caracteres diferenciales que pueden ser atribuibles a la distribución en el espacio físico, pero que en lo simbólico guardan mucha diferencia porque el modelo de la izquierda indica una maleza que no presenta agresividad para las restantes especies, mientras que el modelo de la derecha indica una maleza de gran agresividad y que puede invadir el espacio introduciéndose entre los miembros de otras comunidades.

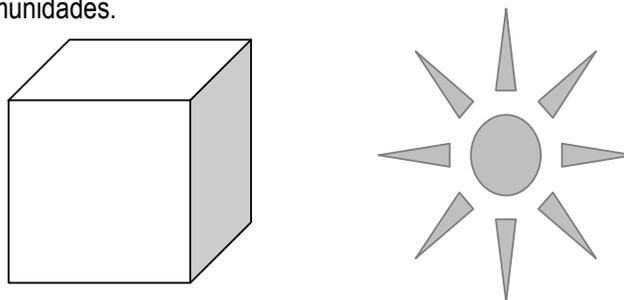


Fig. 1. Modelos de dos estructuras simples que simbolizan comunidades.

Las partes de la estructura de una población son funciones unas de otras, que interactúan y se entrelazan entre sí; estas son la altura, el peso y el número; se denominan componentes porque se relacionan unos con otros de modo que solo pueden ser lo que son y por su relación

con los demás componentes. Estos componentes estructurales no constituyen partes de esa estructura sino son miembros de ese todo orgánico que es la población.

En la Figura 2 se simboliza una unidad estructural que puede representar a una población de malezas que ocupa un lugar físico determinado en el espacio, desempeñando un rol agresivo dentro del agroecosistema.

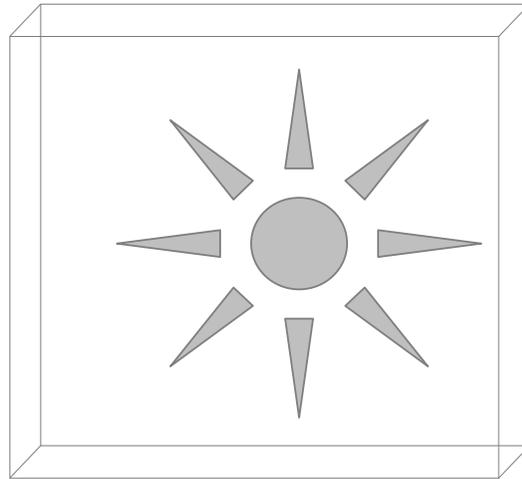


Fig. 2. Modelo de estructura más compleja que simboliza población.

La arquitectura de una población es un conjunto de elementos estructurales que le confieren la forma, dimensiones estáticas y estéticas en el espacio y en el tiempo.

La distribución en el espacio de los organismos que constituyen una población determina la estructura al afectar la presencia o ausencia de aquellos dentro del sistema en estudio.

La estructura de una población da una idea de las relaciones de interferencia entre sus componentes y permiten determinar dentro de la competencia y de la alelopatía, las características de agresividad y de cobertura que posee una especie determinada de maleza.

En la Figura 3 se representan las interacciones estructurales dentro de una población. Las unidades menores pueden ser comunidades con hábitats diferentes y con nichos distintos dentro de la interferencia que desarrollen entre cultivos y entre malezas.

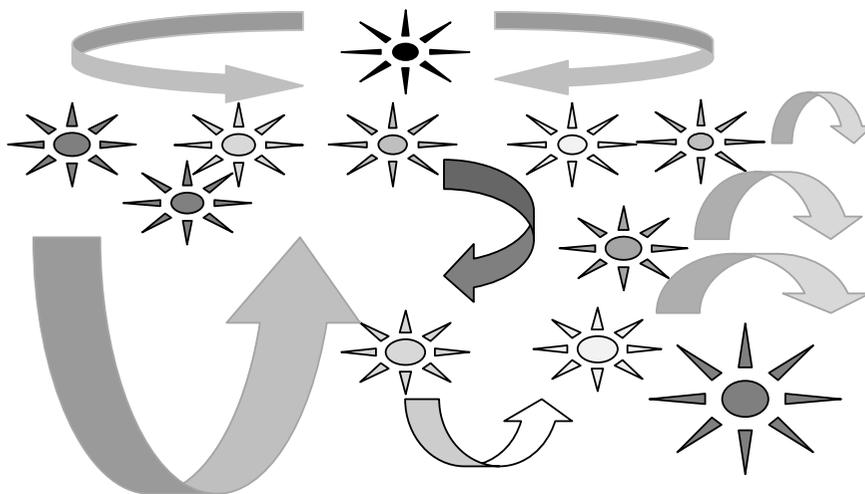


Fig. 3. Modelo de interacciones estructurales dentro de una población.

Chaila y Cerrizuela (1995) citan que una situación de dominio de una especie sobre otras se debe a la resultante de las relaciones de interferencia o dicho de otra manera, a las relaciones de armonía necesarias para la coexistencia de especies (animales o vegetales), la cual se ve alterada por la generación de relaciones de conflicto que llevan a la lucha por el hábitat o espacio, por nutrientes o territorio, agua, luz, etc., que dan como resultado la dominancia de un grupo de individuos de una especie sobre otros de la misma u otras especies.

Muchos son los factores que condicionan la distribución de los organismos en un área, entre ellos, los siguientes:

- 1) Dispersión: A través de la producción de semillas y sus potenciales de infestación, las malezas, se introducen en nuevas áreas, adaptándose, colonizándolas y estableciéndose como especie problemática o no.
- 2) Conducta: Se emplea principalmente para otros organismos más que para plantas, pero se puede aplicar, ya que estas también tienen preferencia por un determinado hábitat utilizando características de selectividad, de marginalidad y de sobrevivencia ante las condiciones que se le presenten.
- 3) Relaciones de interferencia con otras plantas: Alelopatía y competencia.
- 4) Comportamiento con la temperatura: Fases de tolerancia fisiológica y adaptaciones genéticas y evolutivas.
- 5) Comportamiento con la humedad: Disponibilidad de agua y límites de vegetación. Resistencia a la sequía. Adaptaciones contra el estrés hídrico.
- 6) Otros factores físicos y químicos: a) Comportamiento diferencial ante la captación de luz: C₃, C₄ e intermedias. b) Estructura pH y salinidad del suelo c) Contenido de materia orgánica y de nutrientes del sustrato. d) pH y salinidad del agua. e) Deficiencias de oxígeno. f) Corrientes de agua. g) Incendios.

Varios autores (Kohyama, 1992 y 1993); (Dunn y Sharitz, 1991); (West y Reese, 1991); (Ghent, 1991); (Washington, 1984); (Malik colaboradores, 1976); (Levins, 1968) (Mc Intosh, 1967) trataron de explicar la dominancia de una especie sobre otra utilizando diversas hipótesis y modelos, en algunos casos emplearon fórmulas para explicar las interrelaciones específicas entre el medio biótico y el físico. Todas las poblaciones de malezas que se encuentran presentes en un área considerada y que se estudia constituyen una comunidad de malezas; normalmente se habla de comunidades naturales de malezas, para hacer referencia a las que coexisten en un área sin intervención antrópica.

La estructura de la comunidad tiene dos aspectos: uno es el físico y otro el biológico. El primer aspecto comprende la estructura física de la comunidad, que se refiere a las características exteriores de una comunidad, como ser la forma y la apariencia de las plantas que la integran y su disposición espacial con respecto al resto. El segundo aspecto comprende la estructura biológica de la comunidad incluye el tipo y número (composición y abundancia) de especies que forman la comunidad. Estos dos aspectos mencionados son importantes para establecer el funcionamiento de la comunidad y entender la capacidad de la misma para procesar la energía y los nutrientes esenciales para su crecimiento poblacional y posterior establecimiento en áreas o cultivos.

Un ejemplo del aspecto físico de la estructura de una comunidad es aquel que se observa en un cañaveral altamente infestado por *Sicyos polyacanthus* y que se encuentra totalmente aplastado contra el suelo, por efecto del peso de esta maleza que creció en él y con él. El cañaveral por sí mismo constituye una estructura primaria y el *Sicyos* una estructura secundaria. En el ejemplo no hay estructura definida y las dos especies aparentan ser una estructura secundaria. No existen en la actualidad expresiones numéricas tangibles que identifiquen ese significado. La estructura de una especie creciendo en competencia con otra.

Además de la composición y la abundancia de las especies la estructura biológica también abarca los cambios temporales en las comunidades y las relaciones entre las especies de una comunidad (Krebs, 1985).

La estructura biológica de una comunidad depende en gran medida de su estructura física.

La apariencia de una comunidad de malezas está determinada por las formas de vidas de las plantas integrantes. Se sabe que hay especies sin vinculación taxonómica que pueden tener comportamientos y apariencias similares y que se debe sobre todo a la forma de vida y apariencia. Las formas de vida en las malezas pueden ser: arbustivas de gran crecimiento, arbustivas de pequeño crecimiento, de tallos leñosos, de tallos herbáceos, de tallos suculentos, trepadores, roseta, etc. Las malezas definirán por su forma de vida la estructura física de la comunidad, por ello una sola especie o varias de ellas pueden sobresalir más que el resto de la comunidad y serán llamadas dominantes. Suele ocurrir que haya especies abundantes dentro de la comunidad pero que por su tamaño pequeño no pueden llegar a dominar la apariencia de la misma. Hay especies que por características de agresividad y competitividad pueden llamarse dominantes, pero que por su rol en la comunidad no llegan ser las que dominen.

La disposición en el espacio de las especies que configuran la estructura de la comunidad es una característica fundamental para el entendimiento de los aspectos de interrelaciones de especies y particularmente de la competencia entre las mismas: a) estructuración o patrón de distribución horizontal y b) estructuración o distribución vertical (Jensen y Salisbury, 1994).

La estructuración horizontal es la manera en que las plantas se disponen en la superficie del suelo. Esa distribución no es siempre totalmente aleatoria; con frecuencia las plantas de la misma especie se agrupan juntas, a veces con patrones regulares, con espaciamiento prácticamente uniforme entre los individuos que la conforman, y esos grupos se distribuyen aleatoriamente. Existen también distribuciones ordenadas de especies y de grupos o cúmulos que nos son frecuentes en la naturaleza.

La estructuración vertical es muy compleja y señala los niveles, estratos, o capas de diferentes alturas o crecimiento de las especies que integran la comunidad. Para entender la estructuración vertical los fisiólogos, botánicos y ecólogos establecieron el índice de área foliar que relaciona el área de hojas de una comunidad con el área de tierra que existe debajo de las hojas. Dicho de otra manera es el número promedio de hojas que la luz debe atravesar para llegar al suelo.

La estructura biológica de la comunidad nos permite conocer la riqueza y la diversidad de especies además de conceptos como estabilidad de una comunidad y elasticidad de la misma. Dentro del estudio de las malezas estos conceptos son fundamentales porque normalmente nos encontramos con comunidades naturales de gran diversidad y elevada riqueza pero no siempre esas comunidades son de gran estabilidad. Una comunidad de malezas que tenga gran elasticidad o plasticidad, tiene la capacidad de fluctuar de un extremo a otro de cambios físicos o climas variables, de cambios producidos por el hombre con sus actividades culturales o mecánicas y los efectos perjudiciales de organismos mayores y menores.

Con este trabajo se pretende determinar el índice estructural de predominio de *Sicyos polyacanthus* creciendo en competencia con caña de azúcar, donde se estudia el comportamiento y se define como las expresiones de importancia (número, altura o longitud y biomasa) en relación a la comunidad conjunta (cultivo-maleza).

Materiales y Métodos

Se trabajó con cinco localidades (tratamientos) distribuidas en la Zona Central de Tucumán (Argentina) que corresponden al Pedemonte Húmedo y Perhúmedo, donde se midieron: número de individuos, peso fresco, peso seco por m² por surco y por hectárea; durante el mes de noviembre-diciembre de 2011 (para plántulas) y abril de 2012 (para plantas adultas cercanas al final del ciclo).

Los promedios se efectuaron sobre diez muestreos realizados en cada localidad.

Los tratamientos son las localidades en las que se identificó la comunidad de maleza específica por sobrevivir en situación de competencia con otras comunidades de malezas y con el cultivo:

- Tratamiento 1:** *El Manantial*
- Tratamiento 2:** *Lules*
- Tratamiento 3:** *Fronterita*
- Tratamiento 4:** *Villa Quinteros*
- Tratamiento 5:** *Monte Rico*

El área de trabajo es libre de heladas y tiene aproximadamente 800 km², con una temperatura media anual de 18,5 °C, con temperatura media del mes más cálido de 25 °C (enero) y 12 °C del mes más frío (julio). El mesoclima es húmedo y perhúmedo cálido con suelos automórficos. Las precipitaciones anuales del área superan los 900 mm; su ciclo es estivo-otoñal y van de fines de octubre a fines de mayo. El balance hídrico de la región es positivo, porque la evapotranspiración potencial no supera las precipitaciones. La altura promedio de la zona es de 450 a 480 msnm.

Los suelos están dentro del grupo de hapludoles y cumúlicos originados en sedimentos aluviales y coluviales, el perfil es AC con un horizonte A profundo, oscuro, bien provisto de materia orgánica, constituyendo un epipedon mólico.

Físicamente son suelos heterogéneos en su textura, franco limosos, franco arenosos a franco y bien drenados. Son preferentemente húmedos pero el gran contenido de gravas y guijarros los hacen bien drenados con poca retención de agua.

Para el análisis de predominio en el estudio de la estructura de esta especie de maleza se usa la fórmula propuesta siguiente:

$$C_{bs} = \frac{\sqrt{n_i * bs_i * h_i}}{\sum bs_i}$$

$$C_n = \frac{\sqrt{n_i * bs_i * h_i}}{\sum n_i}$$

- C** = *Predominio estructural*
- n** = *Número de especies*
- h** = *Altura o longitud de planta*
- bs** = *Biomasa seca*

Resultados y Discusión

Según Kohyama (1992,1993) una especie determinada dentro de una comunidad puede dominar a las otras que son diferentes, porque presentan distinto potencial de crecimiento, tamaño, mortalidad y capacidad para agruparse; de acuerdo con esto, se trató de adaptar un índice que comprendiera todas esas manifestaciones para ser reflejo de los efectos de la competencia entre especies.

En la actualidad no existen trabajos que expliquen la dominancia de esta magnoliataea frente a los demás componentes del sistema agrícola de caña de azúcar y pese a su pobre densidad ocupa un lugar preponderante entre las malezas peligrosas como *Sorghum*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Cyperus* y *Panicum*.

Es de suponer que esta especie, originaria de la Selva Tucumano-Boliviana, se fue adaptando con el tiempo a la convivencia con la caña de azúcar y a las alteraciones que el hombre produce permanentemente con las técnicas culturales. Actualmente se puede asegurar

Determinación de las curvas de rendimiento de baterías alcalinas utilizadas
en la industria ferroviaria con evaluación de confiabilidad

que es una especie *asociada* al cultivo, que es maleza *específica* de la caña y que su *dominancia* se debe al riego, al laboreo excesivo, al mal empleo de técnicas de control y a la falta de oportunidad en las labores mecánicas.

Su densidad es escasa pero su crecimiento es ilimitado llegando a tener muchos metros de longitud. El porcentaje de supervivencia es escaso, contado desde la aparición de las primeras plántulas a la madurez y derrame de frutos (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros demográficos de *Sicyos polyacanthus* en caña de azúcar Var TUC 77-42. Nov 2011-Abril 2012

	Posición Geográfica	Estadio	pl/m ²	pl/ha	Altura Longitud	%Superv. Nov-Abril	Producción Caña tn/ha
Manantial	LatS 26°50'28"	Plántula	9	9.10 ⁴	0,11	0,38	77,4
	LongO 65°15'6"	P.Adulta	0,035	350	12,00		
Lules	Lat S 26°55'59"	Plántula	11	11.10 ⁴	0,13	0,45	75,33
	Long O 65°21'8"	P.Adulta	0,050	500	9,00		
Famaillá	Lat S 27°2'47"	Plántula	18	18.10 ⁴	0,08	1,11	80,1
	Long O 65°26'56"	P.Adulta	0,200	2000	13,00		
V.Quinteros	Lat S 27°13'47"	Plántula	4	4.10 ⁴	0,09	2,50	76,5
	Long O 65°31'5"	P.Adulta	0,100	1000	6,00		
Monte Rico	Lat S 27°21'55"	Plántula	14	14.10 ⁴	0,14	1,78	79,2
	Long O 65°46'26"	P.Adulta	0,250	2500	16,00		

(*) Cosecha Junio 2012.-

Para Dunn y Sharitz (1991) en la estructura de una población hay que considerar la densidad, el crecimiento relativo, el tamaño, el esfuerzo reproductivo y diversas características de las semillas que producen ciertos cambios morfológicos debidos a factores que afectan a la producción de flores. En el modelo de cálculo propuesto se utiliza el número de especies que es la resultante del esfuerzo reproductivo y de la potencialidad de las semillas; la altura o longitud y la biomasa seca que reflejan el crecimiento relativo y el tamaño; se tiene en cuenta la densidad porque define la capacidad de agruparse o no de las especies.

No se efectúan estudios comparativos entre estructura de la especie y producción de caña porque en este caso no existió competencia específica de *Sicyos* con caña de azúcar.

La expresión cuantitativa del predominio de una especie en un ecosistema comienza con la definición de la densidad, pero esta expresión del número de plantas en una superficie dada carece de valor si no se poseen otros parámetros indicadores de hábitos, altura, estadios de crecimiento, etc.

Este índice de predominio fue utilizado con otras especies compitiendo en comunidades naturales con predominancia de una de ellas, pero nunca como expresión numérica de competencia en un cultivo y menos en caña de azúcar.

En la Tabla 2 se detalla comparativamente la funcionalidad como malezas de algunas especies evaluadas entre los meses de marzo-abril de 2012, con la finalidad de aplicar las fórmulas estructurales.

Tabla 2. Análisis de las comunidades de malezas. Abril 2012

	SORHA			DIGSA			CYNDA		
	n	h	bs	n	h	bs	n	h	bs
Manantial	2	1,1	13	1	0,4	2,5	5	0,05	3,6
Lules	4	0,89	7,8	2	0,3	3,4	15	0,14	24,2
Fronterita	3	0,95	16	2	0,2	4,9	8	0,1	6,1
V. Quinteros	0,5	0,8	18	0,6	0,18	3,01	3	0,12	2,7
Monte Rico	4	0,87	7,6	2	0,35	3,7	13	0,15	18,9

	CYPRO			LATIFOL			GRAMIN		
	n	h	bs	n	h	bs	n	h	bs
Manantial	8	0,11	2,3	3	0,31	3,7	3	0,47	6,8
Lules	10	0,14	4,7	2	0,3	1,7	2	0,38	5,7
Fronterita	12	0,09	6,02	7	0,28	12,9	2	0,91	6,02
V. Quinteros	15	0,07	8,11	3	0,12	4,6	1	0,26	3,5
Monte Rico	9	0,18	2,9	2	0,34	2,7	2	0,38	5,7

	SICPO		
	n	h	bs
Manantial	0,035	0,42	2,48
Lules	0,05	0,45	1,75
Fronterita	0,2	2,6	20,4
V. Quinteros	0,1	0,6	2,6
Monte Rico	0,25	4,1	16,5

(1) **Latifoliadas Varias** : **CANIN** (*Canna indica*), **WEDGL** (*Wedelia glauca*), **CYPES** (*Cyperus sculentus*), **IPOPU** (*Ipomoea purpurea*), **CVNLO** (*Croton lobatus*), **LECSI** (*Leonorus sibiricus*), **AGECO** (*Ageratum connizoides*), **BIDPI** (*Bidens pilosa*), **AMACH** (*Amaranthus quitensis*), **AMASP** (*Amaranthus spinosum*), **CHEAL** (*Chenopodium album*), **TAGMI** (*Tagetes minuta*), **MOMCH** (*Momordica charantia*), **PHYLF** (*Physalis longifolia*), **POLCO** (*Polygonum convolvulus*), **RUMAA** (*Rumex acetosella*).....

(2) **Poaceas Varias (Gramineas varias)**: **PANMA** (*Panicum maximum*), **DIGIN** (*Digitaria insularis*), **PASDI** (*Paspalum dilatatum*), **SETGE** (*Setaria geniculata*), **ELEIN** (*Eleusine indica*), **BRADC** (*Brachiaria decumbens*), **BRAPL** (*Brachiaria plantaginea*), **ECHOG** (*Echinochloa crus-galli*).

El índice de predominio para número de especies en *Sicyos* (Tabla 3) es variable si consideramos la tabla teórica de los índices para la especie (Tabla 6); los valores se encuentran entre el mínimo y el intermedio para Manantial, Lules y Villa Quinteros, en cambio para Monte Rico y Fronterita los valores están entre el intermedio y el máximo. Ninguno de los valores obtenidos supera el máximo de predominio en cuanto a número de especies ni se encuentran

Determinación de las curvas de rendimiento de baterías alcalinas utilizadas en la industria ferroviaria con evaluación de confiabilidad

por debajo del mínimo. Cuanto mayor sea el índice "C", mayor será el predominio de la especie considerada en la comunidad.

Tabla 3. Índice estructural de predominio para diferentes especies referido a número Cn.

	SORHA	DIGSA	CYNDA	CYPRO	LATIFOL	GRAMIN	SICPO
Manantial	0,396140502	0,131578947	0,021560984	0,026345806	0,109117251	0,309644958	0,300684321
Lules	0,390335932	0,187932327	0,162018517	0,047502798	0,059408853	0,208134572	0,312490312
Fronterita	0,500205719	0,184210526	0,050206186	0,047218954	0,295783518	0,331004532	5,129122012
V. Quinteros	0,198761598	0,075020773	0,022406832	0,054039499	0,075697449	0,09539392	0,621997407
Monte Rico	0,380945326	0,211756276	0,137973452	0,040138649	0,07970534	0,208134572	6,476348036

Con el conocimiento de una estructura de malezas se estima interpretar el comportamiento de una especie que no reúne las características comunes a todas las malezas conocidas pero que las supera en agresividad pese a su corto ciclo biológico. Para West y Reese (1991), el índice de dominancia es la única magnitud de medición para especies de gran dinámica estacional tanto en cultivos como en ambientes naturales. Esto puede ser el fundamento de uso de este índice, pero para Scudo (1991), lo único que puede definir la estructura de una población es la drástica interacción entre los componentes de la competición de especies. Por eso en este trabajo el índice de predominio es parte de la expresión de la competencia de una comunidad de especies de malezas con el cultivo de la caña de azúcar ya que las mediciones se realizaron en un momento dado del ciclo cuando el momento de gran crecimiento del cultivo ha concluido (marzo-abril de 2012).

En la Tabla 4 se analiza el comportamiento de predominio frente a otras especies que depende del lugar (tratamientos). Hasta ahora no se encontraron diferencias varietales en caña que incidan sobre el predominio de esta maleza. En Manantial *Sicyos* supera casi a todas las especies menos al *Sorghum halepense* y al conjunto de otras gramíneas. Por cada planta de *S.polyacanthus* hay 57,14 plantas de *Sorghum* porque para 28,57 m² hay una sola planta de *Sicyos*. En Lules el *S.halepense* supera al *Sicyos* porque la relación *Sicyos-Sorghum* es de 1 a 80. En todos los otros lugares (Fronterita, Villa Quinteros y Monte Rico) el *Sicyos* supera a todas las especies presente pero nunca llega al índice máximo estimado como patrón para la especie.

Tabla 4. Interrelaciones de *S.polyacanthus* con otras especies en el cultivo de caña de azúcar. Abril de 2012.

	Superficie 1 planta (m ²)	Proporción con SORHA	Proporción con DIGSA	Proporción con CYNDA	Proporción con CYPRO
Manantial	28,57	1: 57,14	1: 28,57	1: 142,85	1: 248,56
Lules	20,00	1: 80,00	1: 40,00	1: 300,00	1: 200,00
Famaillá	5,00	1: 15,00	1: 10,00	1: 40,00	1: 60,00
V.Quinteros	10,00	1: 5,00	1: 6,00	1: 30,00	1: 150,00
Monte Rico	1,57	1: 6,28	1: 3,14	1: 20,41	1: 13,96

Aparentemente todas las especies encontradas en el cultivo de la caña de azúcar en Tucumán superan en número al *S. polyacanthus*, esto sería definitivo si hubiésemos analizado predominio con la fórmula de Dominancia de Simpson (1948). En esa fórmula el número de

especies es el factor sobresaliente y no se considera altura (longitud en *Sicyos*) ni la biomasa seca.

Considerando la biomasa seca (Tabla 5), el índice de predominio es el más importante para esta especie, porque relaciona componentes que reflejan los hábitos de crecimiento: trepadora con gran longitud que logra grandes dimensiones. En las localidades de Manantial, Lules y V.Quinteros el *Sicyos* supera los valores de las otras especies. En cambio en Fronterita, todas las especies superan el índice del *Sicyos* excepto *Cynodon dactylon* que es inferior. En Monte Rico el *S.polyacanthus* es superado únicamente por *Cynodon dactylon*.

Tabla n° 5: Índice estructural de predominio para diferentes especies referido a biomasa seca.

	SORHA	DIGSA	CYNDA	CYPRO	LATIFOL	GRAMIN	SICPO
Manantial	0,085703474	0,057110223	0,017093393	0,059204059	0,072460674	0,11170453	0,004366214
Lules	0,084447678	0,081569714	0,128447113	0,10674786	0,039451191	0,075084622	0,004537648
Fronterita	0,108217583	0,079954312	0,039803103	0,106110009	0,196418742	0,119410004	0,07447959
V. Quinteros	0,043001307	0,032561843	0,017763975	0,121437077	0,050267837	0,034413391	0,009031977
Monte Rico	0,082416056	0,091910205	0,109384359	0,09019921	0,052929327	0,075084622	0,094042557

En la Tabla 6 se expresan las conclusiones finales de este estudio porque en él se determinan los patrones para valores extremos e intermedios de la posible presencia dominante o no de *S.polyacanthus* compitiendo en un cultivo de caña de azúcar en la región central pedemontana de Tucumán.

Tabla n° 6: Valores teóricos de predominio para *Sicyos polyacanthus* referidos a número y biomasa seca

	DENSIDAD		BIOMASA	LONGITUD	INDICE DE PREDOMINIO	
	pl/m ²	pl/ha	g/m ²	m	C _n	C _{bs}
MAXIMO	2 – 10	20-100 mil	190 - 950	8 - 16	35,73526799 26,18052944	0,3739777207 0,2742412087
INTERMEDIO	0,10 - 0,90	1-9 mil	10 - 90	3 - 6	2,020660649 0,822436281	0,0211466740 0,0086150252
MINIMO	0,006 -0,010	60-100	1,5 - 2,5	0,8 - 2,0	0,040290985- 0,020495582	0,0004220483- 0,0002144909
Σ	2,106 –10,91		201,5-1042,5	11,8 – 24,0		

Los índices estructurales de dominancia, C_n y C_{bs}, están comprendidos dentro de un concepto de volumen de población y consideran valores globales que no se relacionan directamente con el número de especies, porque son exoresiones que interrelaciona densidad con altura y con peso seco; en cambio el índice de Simpson está estrechamente ligado al número de especies.

El índice de dominancia o predominio define cabalmente el comportamiento estructural de *S.polyacanthus*, como manifestación de las características ecobiológicas de una especie tan particular que no podría definirse de ninguna manera por la densidad.

Puede observarse en las Figuras 4 y 5, la distribución de los índices de predominio reales en función de los valores teóricos determinados para la especie *S.polyacanthus*.

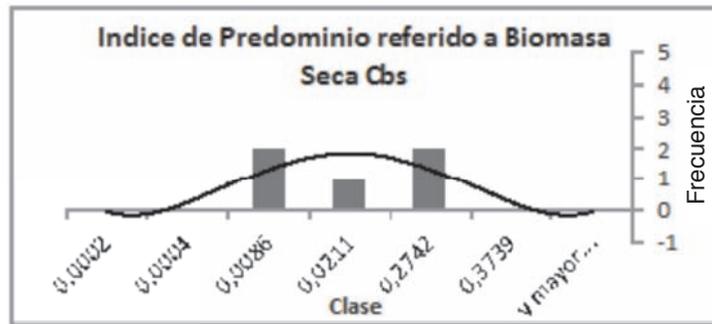


Fig. 4. índices reales de *S.polyacanthus* en función de valores teóricos referido a Biomasa seca

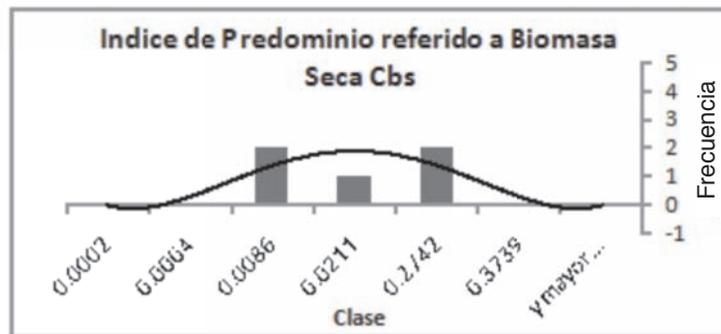


Fig. 5. índices reales de *S.polyacanthus* en función de valores teóricos referido a C_n

Conclusiones

Especies magnoliataeae de características trepadoras y de alta agresividad, como el *Sicyos*, son poco densas pero poseen gran cobertura sobre el cañaveral incrementando los valores de biomasa sobre la densidad de plantas por m^2 . Esta especie tiene un número inferior de especies por superficie, comparada con otras, pero en el valor de predominio puede superarlas.

Los valores extremos encontrados para las diferentes localidades fueron:

$$C_{nmax} = 6.47634804 \quad C_{bsmax} = 0.09404256$$

$$C_{nmin} = 0.30068432 \quad C_{bsmin} = 0.00436621$$

El índice de predominio propuesto para *S.polyacanthus* permite establecer el orden de importancia que poseen las malezas dentro del agroecosistema caña de azúcar.

Referencias

- AUGNER, M.; FAGERSTROM, T.; TUOMI, J. (1991) *Competition, defense and games between plants*. Behavioral Ecology and Sociobiology 29: 231-234.
- CHAILA, S.; CERRIZUELA, E. A. (1995) *Índices estructurales en poblaciones de Eryngium paniculatum. I.- Dominancia o Predominio Ecológico*. XII° Congreso Latinoamericano de Malezas. Montevideo, Uruguay. Edit. INIA. Serie Técnica n° 56. 1: 132-144.
- DUNN, CH. P.; SHARITZ, R. R. (1991) *Population structure, biomass allocation, and phenotypic plasticity in Murdannia keisak (Commelinaceae)* American Journal of Botany 78(12): 1712-1723.
- GHENT, A. W. (1991) *Insights into diversity and niche breadth analyses from exact small-sample tests of the equal abundance hypothesis*. Am. Midland Naturalist. 126: 213-255.
- JENSEN, W. A; SALISBURY, F.B. (1994) *Botánica*. Ed. Mc. Graw Hill. México. 751 p.
- KOHYAMA, T. (1992) *Size structured multi-species model of rain forest trees*. Functional Ecology. 6: 206-212.
- KOHYAMA, T. (1993) *Size structured tree populations in gap-dynamic forest architecture hypothesis for the stable coexistence of species*. Journal of Ecology 81: 131-143.
- KREBS, C. J. (1985) *Ecología. Estudio de la Distribución y Abundancia*. Harla Ed., México. 753 p.
- LEVINS, R. (1968) *Evolution in changing environments*. Princeton University Press. Princeton. N.J. 120 p.
- MALIK, A. R.; ANDERSON, D.J.; MYERSCAGH, P.J. (1976) *Studies on structure in plant communities. VII.- Field and Experimental analyses of Atriplex vesicaria populations from the riverine plain of New South Wales*. Australian Journal of Botany. 24: 265-280.
- MC INTOSH, R.P. (1967). *An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity*. Ecology. 48: 392-404.
- MORTIMER, A. M.; PUTWAIN, P.D.; MC MAHON, D. J. (1978) *A theoretical approach to the prediction of weed population sizes*. Proc.British Crop Protection Conference Weeds. 1: 467-474.
- SCUDO, F. M. (1991) *On competition and community structure. A critique from the standpoint of Darwinian- Volterrian theories*. Rivista di Biologia. Biology Forum. 84(4): 525-549.
- SIMPSON, E.H. (1949) *Measurement of diversity*. Nature 163: 688.
- WASHINGTON (1984) *Diversity, biotic, and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems*. Water Res. 18: 653-694.
- WEST, N. E.; REESE, G. A. (1991) *Comparison of some methods for collecting and analyzing data on aboveground net production and diversity of Herbaceous vegetation in a northern Utah*

Notas técnicas

CATEGORIZACION DE GRANDES SUPERFICIES COMERCIALES Y CADENAS DE DISTRIBUCION EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES BASADA EN LA NORMATIVA 11.459 DE RADICACIÓN DE INDUSTRIAS

Jorgelina Lucia Cariello¹, Nicolás Varriano¹, Jorge Machalec², Carlos Sanchez²

¹ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Av. 60 y 124 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

² Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Av. Ramón Franco 5050 (1874) Villa Domingo, Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico: cariello@frlp.utn.edu.ar

Recibido el 14 de mayo de 2012; aceptado el 3 de diciembre de 2012

Resumen

La propuesta de modificación al instructivo metodológico de la ley 12.573 de la Provincia de Buenos Aires se basó en categorizar a las Grandes Superficies Comerciales y Cadenas de Distribución en función de su envergadura. Tal propuesta consideró la metodología aplicada en la ley 11.459 de Radicación de Industrias de la Provincia de Buenos Aires y su decreto reglamentario 1741/96. Al comparar la radicación de una industria frente a un emprendimiento comercial surgió el Nivel de Envergadura Socioeconómico y Ambiental (N.E.S.E.A.). Se identificaron tres niveles de complejidad ambiental, que se determinaron a partir del análisis de las siguientes variables: la actividad comercial que desarrolla, los efluentes y residuos que genera, el dimensionamiento y su localización. Según el nivel que se determine será el estudio a realizar. A los de primer nivel se propuso realizar un estudio socioeconómico, a los de segundo nivel un estudio socioeconómico ambiental acotado y a los de tercer nivel un estudio socioeconómico ambiental ampliado. La diferencia en los estudios se halló en el análisis de las variables y los indicadores sociales, económicos y ambientales. Para los niveles segundo y tercero se propuso además la incorporación de una matriz que identifica la interacción entre los componentes (factores) ambientales y las acciones del emprendimiento.

Palabras Claves: Categorización - Impacto Socioeconómico y Ambiental - Grandes Superficies Comerciales y Cadenas de Distribución – Matriz

Abstract

The modification proposal to the methodological instructive of 12.573 law of the Buenos Aires County is based on categorizing the Big Commercial Surfaces and Distribution Chains in function of their importance. This proposal considers the methodology applied in the 11.459 law of Industries Establishment of the Buenos Aires County and their regulation ordinance 1741/96. When comparing the establishment of an industry in front of a commercial endeavor the Socioeconomic and Environmental Level of Importance (S.E.L.I.) arises. Three levels of environmental complexity were identified and determined for the analysis of the following variables: commercial activity developed, effluents and residuals generated, measuring and localization. The study to be made will depend on the level determined. The proposal was to perform a socioeconomic study, a restricted environmental socioeconomic study or an extended environmental socioeconomic study, respectively, for those of first, second or third levels. The difference in studies relies on the analysis of the variables and the social, economic and environmental indicators. For the second and third level it was also proposed the inclusion of a

matrix that identifies the interaction between the environmental component (factors) and the actions of the endeavor.

Key-words: Categorization - Socioeconomic and Environmental Impact - Big Commercial Surfaces and Distribution Chains - Matrix

Introducción

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata (UTN-FRLP), en conjunto con el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda (UTN-FRA), propone la incorporación de ciertas modificaciones al instructivo metodológico de la ley 12.573 de la Provincia de Buenos Aires, relativo a la instalación de Grandes Superficies Comerciales y Cadenas de Distribución, según lo solicitado por la Dirección de Comercio provincial. Si bien ya se habían realizado algunas propuestas de modificación al actual instructivo metodológico de la normativa, en conjunto con otras Universidades, se identificó y evaluó la posibilidad de efectuar la categorización de las Grandes Superficies Comerciales y Cadenas de Distribución en función de su envergadura.

La presente propuesta metodológica tiene por objeto garantizar la compatibilización de las necesidades del desarrollo socioeconómico y los requerimientos de la protección ambiental, con el fin de garantizar la elevación de la calidad de vida de la población y promover un desarrollo ambientalmente sustentable. Los establecimientos comerciales alcanzados en la ley 12.573 deberán desarrollar sus actividades comerciales en un marco de respeto y promoción de la calidad ambiental y la preservación de los recursos del ambiente.

La actual ley 12.573, en su Artículo 1, establece su alcance a la instalación, la ampliación, la modificación y el funcionamiento de Grandes Superficies Comerciales y a los establecimientos comerciales que conformen una Cadena de Distribución. Su actual instructivo de aplicación determina la realización de un análisis del impacto socioeconómico y ambiental.

Es a partir de la experiencia del grupo de trabajo que se propone un nuevo método de estudio de impacto de los emprendimientos comerciales en la provincia de Buenos Aires, que consiste, a partir de lo establecido por la ley 12.573, en determinar el nivel de envergadura socioeconómica y ambiental de dicho emprendimiento para luego poder establecer el tipo de estudio a realizar. De esta manera quedan identificados tres niveles.

La propuesta de categorización en niveles se basa en la metodología aplicada en la ley 11.459 de Radicación de Industrias en la Provincia de Buenos Aires y su decreto reglamentario 1741/96. Esta normativa establece la categorización de las industrias teniendo en cuenta su complejidad ambiental de acuerdo a la actividad que desarrolla, los efluentes y residuos que genere, el nivel de riesgo, el dimensionamiento y su localización. Adaptando la metodología utilizada para la radicación de industrias a los emprendimientos comerciales, surge el Nivel de Envergadura Socioeconómico y Ambiental (N.E.S.E.A.) de una superficie comercial.

La determinación del N.E.S.E.A., como se mencionó en los párrafos anteriores, permite identificar a cuál de los tres niveles de complejidad ambiental pertenece el emprendimiento comercial, determinando así el tipo de estudio a realizar. En el primer nivel de complejidad ambiental se propone realizar sólo un estudio socioeconómico; en el segundo nivel, un estudio socioeconómico ambiental acotado y en el tercer nivel un estudio socioeconómico ambiental ampliado. La diferencia en el tipo de estudio se halla en el análisis de las variables e indicadores sociales, económicos y ambientales.

Para aquellos niveles en los que se debe efectuar un estudio ambiental, se propone la incorporación de una matriz que identifica la interacción entre los factores ambientales y las

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias

acciones del emprendimiento generando de esta manera una herramienta que facilita el estudio de los impactos socioeconómicos y ambientales que resultan de dicha interacción.

Actores intervinientes

La Dirección de Comercio, de la Provincia de Buenos Aires es la encargada de determinar el N.E.S.E.A. del emprendimiento a instalarse, fijando el tipo de estudio a realizar. La determinación se establece en función de la declaración jurada presentada por el responsable del emprendimiento comercial. Una vez identificado el tipo de estudio se procederá al llamado de las Universidades para que efectúen el estudio pertinente.

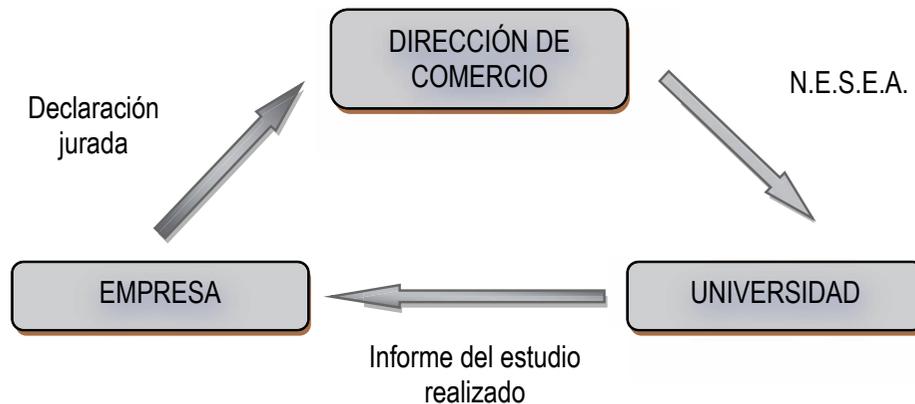


Figura N° 1: Actores Intervinientes

Clasificación de las grandes superficies comerciales

El emprendimiento, a instalarse en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, deberá ser clasificado en una de las tres categorías, de acuerdo con su N.E.S.E.A. Este nivel de envergadura nos permitirá identificar el tipo de estudio a efectuar.

El N.E.S.E.A. de una superficie comercial queda determinado por:

- La clasificación de la actividad por rubro (Ru), definido por la actividad económica desarrollada por el emprendimiento comercial, donde se evalúan también sobre la base de: 1) operaciones o procesos desarrollados en los establecimientos, necesarios para la elaboración de productos que serán expendidos en el establecimiento comercial, y 2) por la generación de efluentes y residuos.
- La dimensión del emprendimiento comercial (Di), considerando superficie, cantidad de personal, cantidad de cajas registradoras y potencia instalada.
- La localización del emprendimiento comercial (Lo), teniendo en cuenta: 1) los accesos clasificados por tipo y ubicación; 2) el área donde se evalúa la población de la zona de influencia, la existencia de dependencias y reparticiones públicas y la densidad comercial; 3) la disponibilidad de servicios.

De esta manera, el N.E.S.E.A. se obtiene por medio de una ecuación polinómica de tres términos:

NESEA: Rubro + Dimensionamiento + Localización

El aporte relativo de cada una de las variables de la ecuación polinómica se expresa en la Tabla 1:

Tabla 1. Peso relativo de las variables de la ecuación polinómica

Variable	Peso relativo de cada variable
Rubro	45%
Dimensionamiento	35%
Localización	20%

Rubro:

La variable rubro se evalúa en tres aspectos: Actividad Económica, Operaciones / Procesos y Generación de Efluentes / Residuos. Se asigna a cada una de ellas el puntaje que muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Puntaje del Rubro

Rubro	Puntaje mínimo
Actividad Económica	0,1
Operaciones / Procesos	2
Generación Efluentes / Residuos	5

1) Actividad económica

Las actividades se desprenden de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CInAE 97) y de la clasificación utilizada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC) para el cálculo del Índice de precios al Consumidor.

A continuación se detallan las actividades económicas a considerar para el análisis:

1. Alimentos
 - 1.1. Carne-Ave-Pescados
 - 1.1.1. Carne rojas frescas. Carne de ave. Menudencias
 - 1.1.2. Pescados frescos y congelados
 - 1.2. Embutidos. Fiambres y conservas
 - 1.3. Huevos. Lácteos y quesos
 - 1.4. Condimentos y aderezos (sal, aceite, vinagres, mayonesas, etc). Café, té, yerba y cacao. Azúcar y edulcorante. Sopas y caldos concentrados
 - 1.5. Helados
 - 1.6. Congelados
2. Frutas y Verduras
 - 2.1. Frutas y verduras frescas
 - 2.2. Frutas y verduras en conserva

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias

3. Bebidas
4. Panadería y Confitería
5. Golosinas
6. Productos veterinarios, alimentos para mascotas y accesorios
7. Productos de tocador, perfumería y cosmético
8. Productos farmacéuticos
9. Productos de limpieza. Desinfectantes. Utensilios de limpieza.
- 9.1. Productos de limpieza
- 9.2. Desinfectantes
- 9.3. Utensilios de limpieza
10. Indumentaria y calzado
- 10.1. Indumentaria y accesorios
- 10.2. Calzado y accesorios
11. Bazar y decoración
12. Juguetes y artículos de cotillón
13. Artículos descartables
14. Artículos de librería y afines
15. Jardinería y camping
- 15.1. Semillas, plantas y flores
- 15.2. Abono y fertilizantes
- 15.3. Productos de vivero
- 15.4. Camping y tiempo libre
16. Muebles
- 16.1. Cocina / Comedor
- 16.2. Dormitorio
- 16.3. Escritorio
- 16.4. Living
- 16.5. Muebles de exterior
- 16.6. Organizadores
17. Artículos para el hogar
- 17.1. Informática
- 17.2. Celulares
- 17.3. Audio y video
- 17.4. Cocina- heladera-lavado
- 17.5. Fotografía
- 17.6. Pequeños electrodomésticos
18. Artículos de ferretería y herramientas
- 18.1. Artículos de ferretería
- 18.2. Herramientas eléctricas
19. Automotores, motocicletas y bicicletas
- 19.1. Repuestos y accesorios
- 19.2. Cámaras y cubiertas
- 19.3. Venta de rodados
20. Construcción
- 20.1. Pisos y revestimientos
- 20.2. Aberturas
- 20.3. Accesorios baño y cocina.
- 20.4. Maderas y carpintería
- 20.5. Plomería
- 20.6. Pinturas

- 20.7. Materiales para construcción
- 20.8. Alquiler de máquinas herramientas
- 21. Patio de comida

Por la existencia de cada una de las Actividades que desarrollará el emprendimiento comercial se asignará la puntuación de 0,1.

2) Operaciones / Procesos

Las Operaciones o Procesos se refieren a la conservación, el fraccionamiento y el procesamiento de los productos comercializados por el emprendimiento. La realización de cada una de estas Operaciones y Procesos por actividad económica tiene asignado un valor de dos puntos, generándose entonces un valor máximo posible de seis puntos por cada actividad comercial.

3) Generación Efluentes / Residuos

Se considerarán los efluentes o residuos producidos a consecuencia de las Operaciones o Procesos derivados de la actividad económica que desarrolle el emprendimiento comercial. La generación de cada uno de ellos por actividad comercial implica la asignación de cinco puntos, generándose un máximo de quince puntos por actividad comercial.

Dimensionamiento

La variable Dimensionamiento se encuentra desagregada en los siguientes puntos a evaluar: Superficie, Personal, Cajas y Potencia Instalada. El puntaje de cada uno de estos aspectos a evaluar se resume en la Tabla N°3.

Tabla 3. Puntaje Dimensionamiento

Punto a evaluar	Puntaje
Superficie	14
Personal	6
Cajas	18
Potencia Instalada	4

1) Superficie: la valoración de este parámetro se realiza sumando el valor correspondiente a la relación Superficie Cubierta / Superficie Total, con el asignado a la presencia de las áreas de Producción, Esparcimiento, Estacionamiento y Carga y Descarga, según se resume en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Puntaje relación Superficie / Cubierta sobre Superficie Total

Superficie cubierta/Superficie total	Puntaje
Hasta 0,5	1
Mayor a 0,5 hasta 1	3
Mayor a 1	6

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias

Por la existencia de cada una de las siguientes superficies se debe colocar el puntaje correspondiente:

Tabla 5. Puntaje por tipo de Superficie

Tipo de superficie	Puntaje
Producción	3
Esparcimiento	3
Estacionamiento	1
Carga y descarga	1

Las Tablas 6, 7 y 8 reflejan los puntajes de los rubros 2) Personal; 3) Cajas y 4) Potencia Instalada

Tabla 6. Puntaje por cantidad de Personal

Cantidad de personal	Puntaje
Hasta 15	0,5
Entre 16 y 50	1
Entre 51 y 150	3
Mayor a 150	6

Tabla 7. Puntaje por cantidad de Cajas

Cantidad de cajas registradoras	Puntaje
Hasta 2	2
De 3 a 5	6
De 6 a 10	12
Más de 10	18

:

Tabla 8. Puntaje por Potencia Instalada

Potencia instalada (HP)	Puntaje
Hasta 25	0,5
De 26 a 100	2
Mayor a 100	4

Localización

Se encuentra integrada por los siguientes parámetros a evaluar: Accesos, Zona y Servicios. Esta variable distribuye los puntos según se describe en la Tabla 9.

Tabla N° 9: Puntaje de Localización

Parámetro de evaluación	Puntaje
Accesos	21
Zona	14
Servicios	5

1) Accesos: Se evalúan los accesos por Tipo (Peatonal, Vehicular, Carga y Descarga, asignando 0,4 puntos por cada uno de ellos) y por Ubicación (Calle, Avenida y Ruta, asignando 0,5; 1 y 3 puntos respectivamente).

2) Zona: Se evalúa en tres aspectos: Población, Dependencias y Reparticiones y Densidad Comercial.

En cuanto a la Población se calcula la relación entre la población de la zona de influencia con el total del partido, según se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Puntaje relativo a la población entre zona de influencia y total del partido

Relación	Puntaje
Hasta 0,05	0
Desde 0,051 a 0,2	0,5
Desde 0,21 a 0,3	1
Desde 0,31 a 0,4	3
Mayor a 0,41	4

Por la existencia de dependencias y reparticiones públicas, en un radio de 300 metros, se asignará 1 punto a cada una de las siguientes instituciones, obteniéndose un máximo posible de 2 puntos.

- Establecimientos educativos
- Hospitales, clínicas y centros de atención para la salud
- Bomberos
- Policía

Densidad Comercial: Se integra con la clasificación de densidad comercial definida en el instructivo metodológico asignando 1, 2 y 3 puntos respectivamente para zonas de baja, media y alta densidad comercial y con la clasificación de baja, media y alta densidad por rubro, produciéndose como máximo un total de 6 puntos.

3) Servicios: Se evalúa la carencia de servicios básicos como luz, agua, gas, cloacas y pavimento. Se asigna 1 punto por la carencia de cada uno de ellos, produciéndose un máximo posible de 5 puntos.

La información necesaria para poder determinar el N.E.S.E.A. deberá ser emitida, bajo la forma de declaración jurada, por las empresas.

Una vez obtenido el puntaje del N.E.S.E.A. se identifica en categoría se encuadra el emprendimiento comercial para determinar el tipo de estudio a realizar. En la Tabla 11 se pueden observar los diferentes Niveles de categoría según el puntaje obtenido y su correspondiente estudio a efectuar.

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias

Tabla 11. Puntaje por categoría

Categoría*	Puntaje	Tipo de estudio a realizar
1	0 – 25	Socioeconómico
2	25,1 – 50	Socioeconómico y ambiental acotado
3	+ de 50	Socioeconómico y ambiental ampliado

Todo emprendimiento comercial que en alguna de sus actividades económicas desarrolladas implique la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias que pudieran generar residuos especiales podrá ser clasificado como emprendimiento comercial de 3° categoría debiendo realizar un estudio de impacto socioeconómico y ambiental ampliado.

Tipo de estudio a realizar

En la Tabla N° 12 se puede observar los tres tipos de estudios propuestos.

Tabla 12. Tipo de estudio a realizar

Tareas a realizar	TIPO DE ESTUDIO A REALIZAR		
	Socioeconómico	Socioeconómico y ambiental acotado	Socioeconómico y ambiental ampliado
Relevamiento de la zona de influencia	X	X	X
Encuestas			
Hogares		X	X
Comercios	X (afines)	X	X
Indicadores			
Económicos	X	X	X
Sociales		X	X
Ambientales		X	X
Matriz de análisis de impacto ambiental		X	X
Seguimiento y auditoria			X

Relevamiento de la zona de influencia

Los tres tipos de estudios se deben realizar mediante una muestra representativa del área de influencia del emprendimiento comercial a instalarse. Se adopta como área de influencia aquella que está definida en el instructivo metodológico de la Ley 12573.

Encuestas (hogares, comercios)

El objetivo de la encuesta a consumidores es el de analizar los hábitos de consumo de los hogares que se encuentran dentro del área de influencia, con el fin de establecer los cambios en las actitudes de compra que probablemente ocurran a partir de la instalación del emprendimiento comercial.

El objetivo de la encuesta a comerciantes es analizar las características del equipamiento comercial existente en la zona. Se relevará: la situación actual del negocio, características de los responsables del local, la actitud y expectativas que tienen los comerciantes frente a la llegada de este nuevo emprendimiento, el nivel de información respecto de la ley provincial 12.573 y las características económicas y laborales del negocio.

En el caso de los estudios del tipo socioeconómico, dirigidos a las GSC pertenecientes a la primera categoría, se plantea que sólo se realicen encuestas a comercios afines al rubro del emprendimiento a instalarse. Para el resto de los estudios, las encuestas de hogares se propone realizarlas sobre las muestras representativas del área de influencia. En cuanto a las encuestas de comercio, hacerlas para todos los comercios priorizando un porcentaje representativo de aquellos que sean afines al emprendimiento a instalarse.

Indicadores económicos, sociales y ambientales

Se establecen indicadores económicos, sociales y ambientales para los estudios socioeconómicos y ambientales acotados y ampliados.

La necesidad de optimizar la medición de los impactos se basa en integrar variables sociales, económicas y ambientales en la matriz, permitiendo determinar la factibilidad o no del emprendimiento comercial (Figura 2).

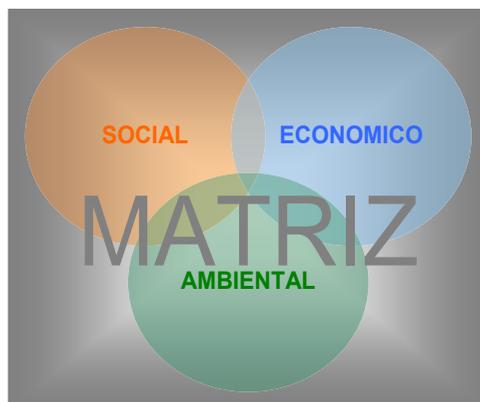


Figura 2. Integración de variables

Vale decir que integrando las variables de medición con herramientas objetivas que permiten cuantificar y ampliar el número de las mismas, se logra el efecto de optimización del estudio de impacto socioeconómico y ambiental del emprendimiento comercial.

Matriz de análisis de impacto ambiental

Para resumir la información relevada se confeccionó e incorporó al estudio una Matriz asociada a las acciones que se derivan de la actividad en las GSC. Se identificaron, en forma generalizada, los componentes ambientales que pueden ser afectados por la operación del nuevo emprendimiento comercial y se señalaron las acciones que podrían impactar sobre dichos componentes. De esta manera se identifica las interacciones entre los componentes y las acciones del emprendimiento y evalúa los impactos socioeconómicos y ambientales que resultan de dicha interacción.

La Matriz interactúa entre las actividades (acciones) del emprendimiento comercial y sus respectivos posibles impactos sobre los componentes (factores) ambientales (Figura 3). El uso de la Matriz permite representar los componentes principales que son base de casi todas las metodologías de estudio de impacto ambiental; por un lado las “acciones” del proyecto o del emprendimiento, que generalmente se colocan en las filas de la Matriz, y por el otro, los “factores

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias

ambientales” seleccionados en el estudio como aquellos más representativos del ambiente donde se desarrollará el proyecto, que se colocan en las columnas.

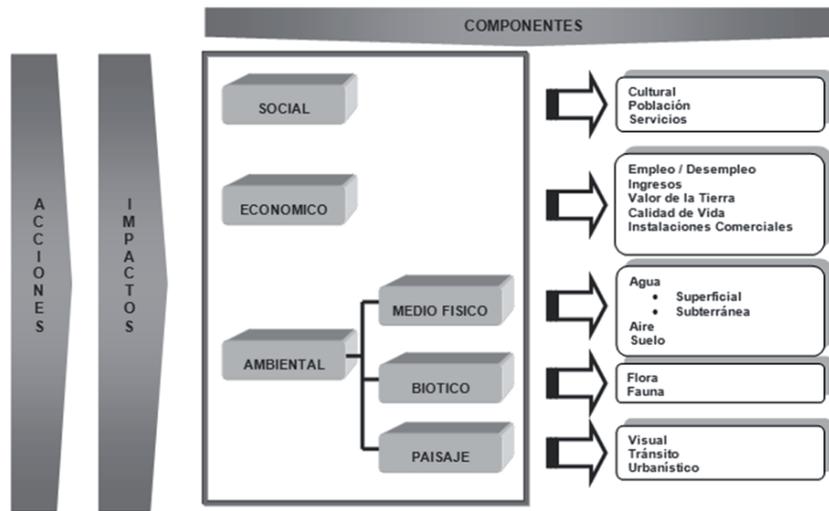


Figura 3. Esquema genérico de la Matriz

Para los estudios socioeconómicos y ambientales de los emprendimientos comerciales correspondientes a la segunda categoría la aplicación de la Matriz se diferencia, a la utilizada en la de tercera categoría, en que en esta última se incorpora la etapa de construcción. Para poder volcar datos en la Matriz se debe realizar mediciones en campo de calidad de aire, ruido, tránsito, etc.

La Matriz está abierta en dos partes, una denominada “Matriz de Identificación de Impacto” (Figura 4) en la cual se identifican las posibles acciones provocadas por el emprendimiento comercial, tanto en la etapa constructiva como operacional, y su impacto en los componentes afectados. En otra, denominada “Matriz de Calificación de Impacto” (Figura 5) donde se califica, cada uno de los impactos, en forma cualitativa lo cual se describe en la Tabla 13.

Tabla 13. Escala de Calificación de Criterios

Criterios	Simbología							
	positivo	+	negativo	-	neutro	n	previsible	x
Carácter del Impacto	compatible	0	moderado	1	severo	2	crítico	3
Importancia del Impacto	cierto	c	probable	p	improbable	i	desconocido	d
Certidumbre del Impacto	reversible	r	no reversible	nr				
Reversibilidad del Impacto	temporal	T	permanente	P				
Duración del efecto	corto	C	mediano	M	largo	L		
Plazo en que se manifestará el Efecto	si	S	no	N				
Efecto considerado en el Proyecto	específica	E	local	L	regional	R		
Area afectada (Medio Ambiente Físico, Humano y Biológico)	directo	D	indirecto	I	temporal	T		
Tipo de efecto (Medio socioeconómico)								

ACCIONES \ FACTORES	SOCIAL	ECONÓMICO					MEDIO AMBIENTE		BIOTA	PAISAJE							
	Cultural	Policiación	Servicios	Empleo/Desempleo	Ingresos	Calidad de vida	Comercio local	Percepción pública	Precios	Suelo	Aire	Agua	Flora	Fauna	Visual	Tránsito	Urbanístico
ETAPA CONSTRUCTIVA																	
Contratación de mano de obra																	
Traslado de suministros y materiales																	
Movilización de maquinaria y equipos																	
Operación de maquinaria																	
Acondicionamiento del área																	
Cortes y excavaciones en el terreno																	
Disposición temporal del material de excavación																	
Demanda de servicios																	
Utilización y Provisión de agua para uso industrial y potable																	
Construcción de obras de drenaje																	
Construcción de obras civiles																	
Pavimentación																	
Utilización de las vías de tránsito interna. Tránsito																	
Ruidos																	
Emissiones gaseosas (fugitivas)																	
Disposición temporal de materiales exedentes de construcción																	
Disposición, almacenamiento transitorio y/o tratamiento de residuos sólidos y semisólidos																	
Disposición de aguas residuales																	
Gestión de residuos especiales																	
Forestación																	
Alteración cubierta vegetal																	
ETAPA OPERACIONAL																	
Contratación de mano de obra																	
Transporte , descarga y almacenamiento de mercadería																	
Fraccionamiento de mercadería																	
Elaboración y/o procesamiento de mercadería																	
Demanda de Servicio																	
Actividad comercial																	
Concentración vehicular en las inmediaciones del emprendimiento																	
Ruidos																	
Almacenamiento transitorio de residuos sólidos y semisólidos																	
Disposición de residuos sólidos y semisólidos																	
Almacenamiento transitorio de efluentes residuales																	
Tratamiento de efluentes residuales																	
Disposición de efluentes residuales																	

Figura N° 4: Matriz de Identificación de Impacto

La nueva propuesta metodológica ha sido simulada en doce trabajos. En la Tabla 14 se puede observar la aplicación de la metodología y los resultados obtenidos a partir de las fórmulas aplicadas para el N.E.S.E.A..

Tabla 14. Resultados del N.E.S.E.A.

Tipo de emprendimiento	NESEA			NESEA
	Rubro	Localización	Dimensionamiento	
Electrodoméstico	1	5,8	3,5	10,3
Electrodoméstico	0,8	4,7	8	13,5
Electrodoméstico	0,8	6,8	11	18,6
Electrodoméstico	1	5,7	16	22,7
Supermercado	17,4	3,2	18	38,6
Supermercado	17,1	2,7	22	41,8
Homecenter	11,8	6,6	27	45,4
Supermercado	23,1	2,8	20	45,9
Supermercado	23,1	5,8	21	49,9
Hipermercado	23,2	5,2	27	55,4
Hipermercado	25	6,2	30	61,2
Hipermercado	24,1	7,1	32	63,2

I categoría

II categoría

III categoría

Como resumen de los resultados representados en la Tabla 14 podemos decir que aquellos emprendimientos comerciales cuyas actividades son la venta de electrodomésticos, mediante el cálculo del N.E.S.E.A., se ubican dentro de la primera categoría. Por tal motivo se les debe efectuar sólo un estudio de impacto socioeconómico. Los emprendimientos donde interviene una mayor oferta y diversificación de productos derivan en una segunda o tercera categoría. La diferencia entre ambas categorías radica, básicamente, en el lugar de emplazamiento y en su dimensión.

Conclusiones

El presente trabajo permite identificar con mayor objetividad el alcance del estudio a realizar sobre cada emprendimiento, ajustando el análisis de las variables involucradas, según su envergadura, e incorpora una matriz de análisis que resume todos los aspectos a considerar y permite visualizar rápidamente el impacto generado.

La metodología propuesta ayuda a identificar de manera rápida y eficiente indicadores del impacto generado por el emprendimiento comercial, garantizando la compatibilización de las necesidades del desarrollo socioeconómico y los requerimientos de protección ambiental, a fin de elevar el nivel de calidad de vida de la población y promover un desarrollo ambientalmente sustentable.

GENERADOR DE MÚLTIPLES SEÑALES SIMULTÁNEAS

Luciano Alvarez*, **Diego Adán Scharf**, **Marcelo Daniel Leo**, **Luis Napolitano**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Departamento de Electrónica, Laboratorio de Investigación Aplicada, Av. Ramón Franco 5050, (1874) Villa Dominico, Buenos Aires, Argentina.

*Autor a quien la correspondencia debe ser dirigida

Correo electrónico: lefra@fra.utn.edu.ar

Recibido el 25 de julio de 2012; aceptado el 6 de diciembre de 2012

Resumen

Se describe el desarrollo y la construcción de un generador de señales con características adaptadas a una aplicación particular. Se necesita disponer de varias ondas eléctricas simultáneas y arbitrarias, de diferentes períodos y formas, las que se podrán configurar y programar previamente en un microcontrolador, en cuya memoria se encuentren almacenadas. La estructura básica consta de un microcontrolador y un conversor digital analógico. Como resultado, se ha obtenido un generador de ocho salidas, con señales programables (en forma, frecuencia, amplitud) según la necesidad.

Palabras clave: Generador - Múltiples salidas - Señales arbitrarias.

Abstract

The development and construction of a generator of signs, with characteristics adapted to a particular application, is described. It requires the availability of several simultaneous and arbitrary electric waves, having different periods and forms, which will be previously configured and programmed in a microcontroller, and stored in its memory. The basic structure consists of a microcontroller and a digital-analog converter. As a result, a generator of eight outputs has been obtained, with programmable signals (in form, frequency, amplitude) depending on the need.

Keywords: Generator - Multiple outputs - Arbitrary signals.

Introducción

Al realizar las pruebas de digitalización y transmisión de datos del proyecto "Micro-radioenlace Digital" se planteó la necesidad de contar con varios instrumentos generadores de señales (quince). Surgió entonces la idea de realizar un circuito capaz de generar múltiples señales simultáneas, de diferente forma y frecuencia (señales cardíacas y otras de formas especiales) evitando el empleo de varios generadores independientes. Concluimos que lo más adecuado era el desarrollo de un generador de ocho canales, y luego armar dos de ellos, con lo cual se cubriría la necesidad.

Desarrollo

Para la estructura del generador de señales múltiples se planteó un esquema que emplea un conversor digital/analógico de 8 canales y 10 bits de resolución, DAC108S085 (National Semiconductor, 2007) asistido por un microcontrolador que maneja todas las funciones y tiene memorizadas las formas de onda deseadas, con una resolución aceptable. Ambos microcircuitos disponen de puertos serie, con velocidad suficiente para asegurar un refresco de las salidas a una tasa de repetición suficientemente alta. Las 8 señales están en 2 bloques de 4, cada una con su entrada de referencia independiente, y están conectadas a una tensión de precisión de 2,50 V.

Para el control del conversor se empleó un microcontrolador de la familia del 8051, (tipo C8051F330), con 8 Kbytes de memoria flash y una versión reducida de los puertos de salida. En su memoria flash se guardan varias tablas de datos. Cada una representa una señal diferente y pueden actualizarse en forma independiente.

Se indica en la Figura 1 el diagrama en bloques.

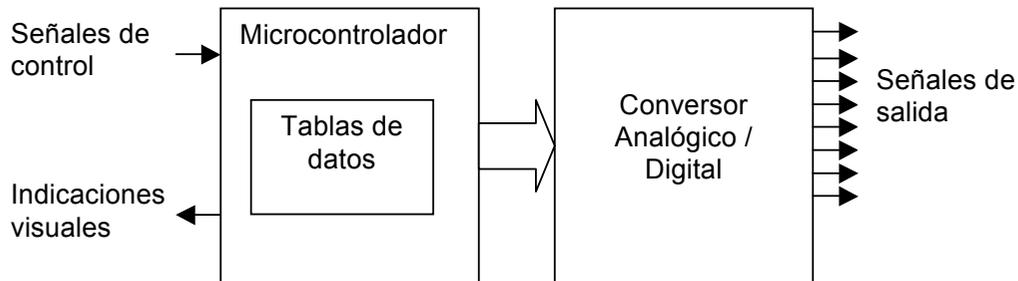


Figura 1. Diagrama en bloques

Señales programadas

Se programa un grupo de señales que son elegidas específicamente, pero es posible su reprogramación a elección (Silicon Laboratories, 2003). En particular, se incluyen dos pulsos cardíacos, provenientes de una captura de datos de una señal real, originada en un ECG. La señal se procesa de modo de obtener una resolución de 10 bits (1024 niveles) y 1000 muestras por segundo, y se genera finalmente una tabla de datos que se almacena en la memoria flash del microcontrolador.

De forma similar, se conforma una tabla de valores de una señal senoidal, mediante el recurso de una tabla look-up. Se sigue el mismo proceso para las demás señales. Se incluye también una señal de forma de onda arbitraria.

- Señales simultáneas disponibles:
- Pulso Cardíaco de 60 latidos por minuto.
- Pulso Cardíaco de 120 latidos por minuto.
- Señal de forma arbitraria de 0,1Hz.
- Señal de forma arbitraria de 1Hz.
- Señal Senoidal de 1Hz.
- Señal Senoidal de 4Hz.
- Señal Senoidal de 10Hz.
- Señal Senoidal de 50Hz.

Las diferentes frecuencias de una misma forma de onda se obtienen alterando la velocidad de barrido de la tabla y el número de muestras leídas. Un temporizador del microcontrolador, genera una interrupción cada 500 μ s para actualizar alguna de las salidas del conversor digital/analógico; un algoritmo de control verifica cuál de los canales analógicos debe ser actualizado y carga el valor correspondiente. Este tiempo (no establecido arbitrariamente), surge de un balance entre la cantidad de muestras que se quieren tener por ciclo de señal, para una buena representación, y el tiempo que insume la actualización de los DAC. Como máximo se utilizan 1000 muestras por segundo, lo que requiere un ritmo de 1 ms. Se deja un margen de la mitad del tiempo y se genera un tic de 500 μ s en el sistema.

Se indica en la Figura 2 el diagrama en bloques del programa.

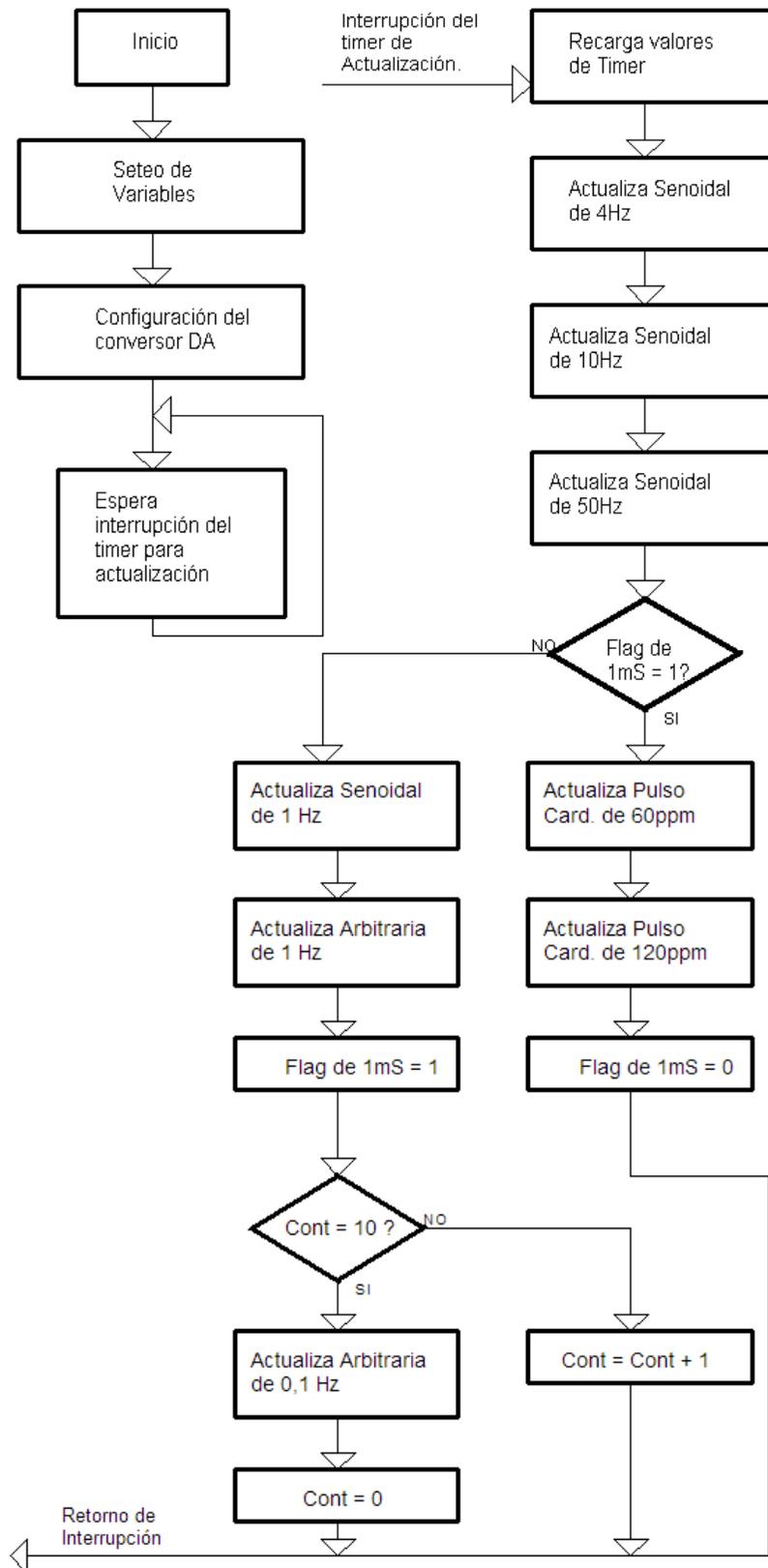


Figura 2. Diagrama de flujo del programa de control

Con el objeto de representar cada una de las señales con suficiente número de muestras, es necesario cargar más de una vez el convertor digital/analógico por cada interrupción. Esto se debe a que la rutina de actualización de un canal analógico implica tomar el dato correspondiente de la tabla y cargarlo en forma serie al convertor. Esta rutina, empleando una velocidad de clock de 24,5 MHz (máximo aceptado por el micro), insume unos 70 μ s y al actualizar los 8 canales se emplearían unos 560 μ s, tiempo mayor al establecido como Tic del sistema (500 μ s).

Dadas las señales que se quieren generar, existen algunas que deben actualizarse en cada interrupción, otras cada 2 interrupciones y una cada 20 interrupciones. En la Tabla 1 se muestra un detalle de lo antes expuesto para cada canal en particular:

Tabla 1. Características de las señales generadas

Canal	Señal generada	Tiempo de actualización	Muestras totales de la señal
A	Pulso Card. 60PPM (Figura 3)	1 ms	1000
B	Pulso Card. 120PPM (Figura 3)	1 ms	500
C	Arbitraria 0,1Hz (Figura 4)	10 ms	1000
D	Senoidal 1HZ (Figura 5)	1 ms	1000
E	Senoidal 4HZ (Figura 5)	500 μ s	500
F	Senoidal 10Hz (Figura 5)	500 μ s	200
G	Arbitraria 1Hz (Figura 4)	1 ms	1000
H	Senoidal 50HZ (Figura 5)	500 μ s	40

Las señales con tiempo de actualización de 500 μ s se refrescan siempre que exista una interrupción (canales E, F y H). Las señales con actualización cada 1 ms deben refrescarse cada 2 interrupciones. Aprovechando que son 4 (canales A, B, D y G) en una interrupción se refrescan los canales A y B y en la siguiente el D y G. Esto implica entonces que como mínimo siempre se refrescan 5 canales y como máximo 6, ya que cada 20 interrupciones se agrega el canal C.

Considerando que el refresco de un canal tarda 70 μ s, tenemos un tiempo máximo de 420 μ s, valor que está por debajo del Tic del sistema, lo que evita que se aniden las interrupciones.

Las Figuras 3 a 6 brindan ilustraciones de los procesos, mientras que en las Figuras 7 y 8 muestran vistas del prototipo.

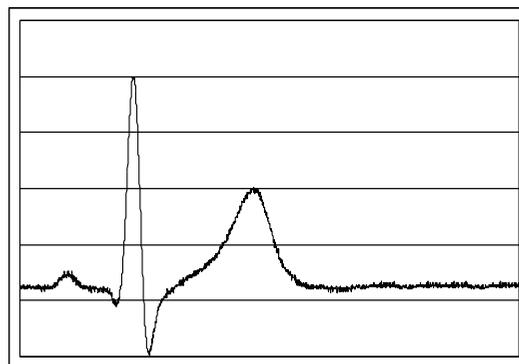


Figura 3. Forma de onda: caso A y B, pulso cardíaco.

Categorización de grandes superficies comerciales y cadenas de distribución en la provincia de Buenos Aires basada en la normativa 11.459 de radicación de industrias

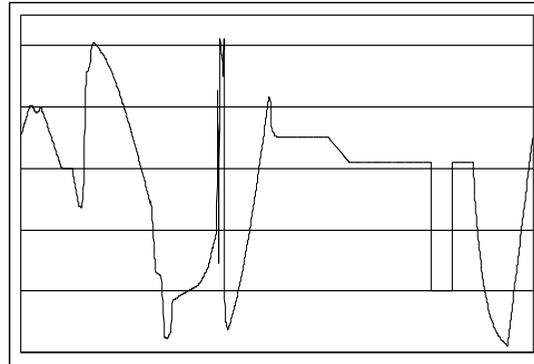


Figura 4. Forma de onda. caso C y G, aleatoria.

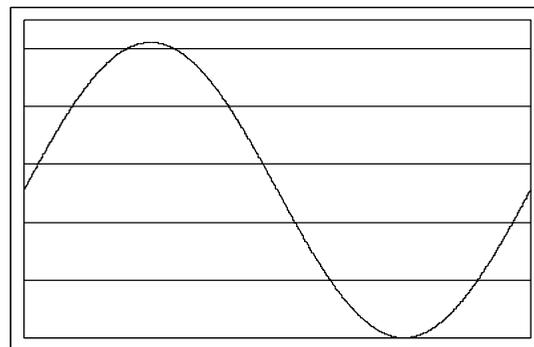


Figura 5. Forma de onda: caso D,E,F y H.

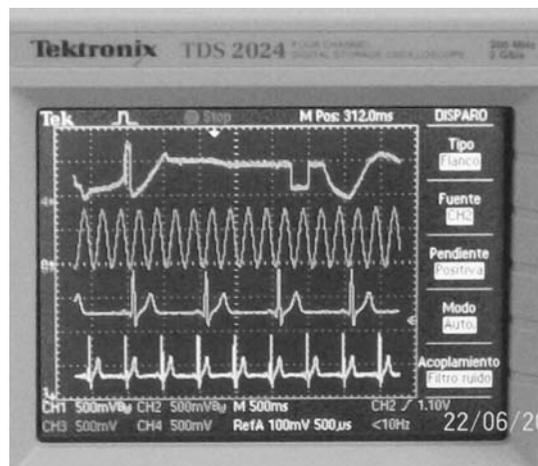


Figura 6. Visualización de algunas de las señales generadas.

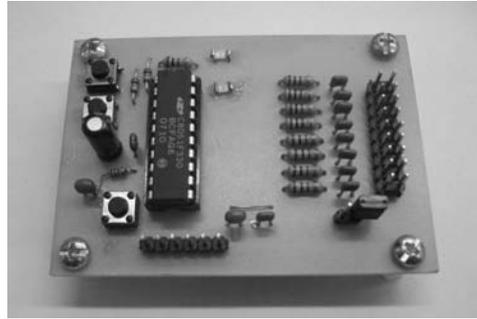


Figura 7. Imagen del lado de componentes del prototipo.

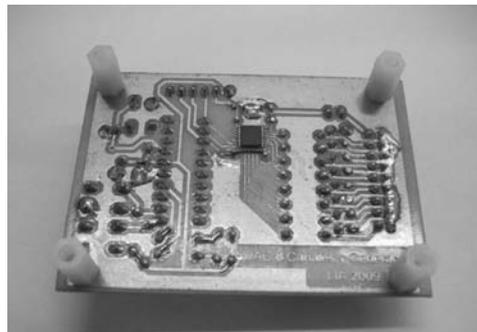


Figura 8. Imagen del lado soldadura del prototipo.

A través del conector doble hilera, que se ve a la derecha de las imágenes, se cablean cada una de las señales de salida al circuito bajo prueba.
El diagrama eléctrico del circuito se indica en la Figura 9.

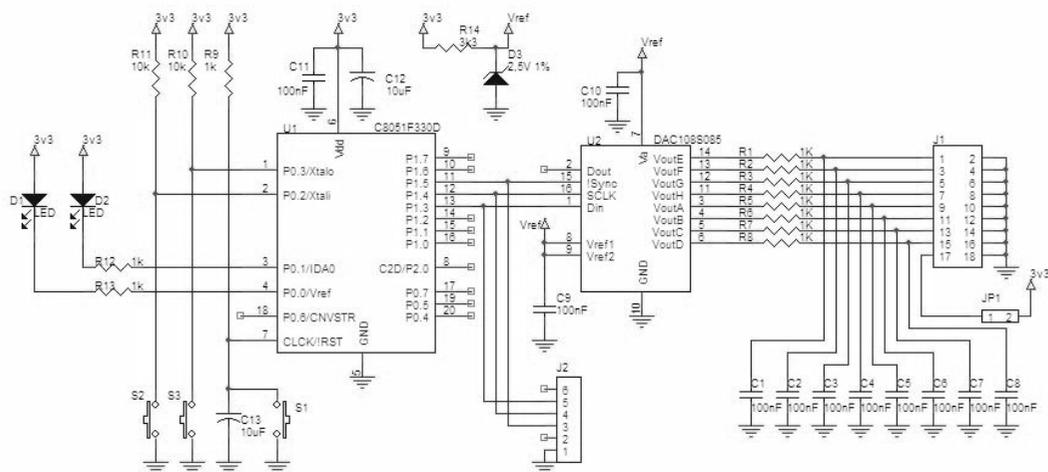


Figura 9. Diagrama eléctrico del circuito.

A la salida de cada canal se colocó un filtro RC, con una constante de tiempo de 100 μ s, de forma de filtrar los flancos de los escalones generados por el DAC. Estos flancos son abruptos (pendiente 500mV/ μ s) y la constante de tiempo elegida es lo suficientemente lenta para suavizarlos.

Conclusiones

A partir de la necesidad planteada en un trabajo de desarrollo, se construyó un auxiliar (desarrollo aplicado) que simplifica el armado de una mesa de medición y facilita la tarea. Su empleo no queda limitado a esta aplicación particular, y puede utilizarse como un instrumento en sí mismo.

Referencias

NATIONAL SEMICONDUCTOR (2007), DAC108S085 DAC data sheet.
SILICON LABORATORIES (2003) *Using the DAC as a function generator*. AN123-DS11.

ESTADOS ESTACIONARIOS MÚLTIPLES EN UN QUIMIOSTATO CON CRECIMIENTO MICROBIANO INHIBIDO. PARTE A: BASE TEÓRICA

Carina Stampacchio, Alfredo Menéndez

Universidad Nacional de Lanús, Carrera de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 29 de Septiembre 3901, Remedios de Escalada (1826), Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico: *mgiraud@unla.edu.ar*

Recibido el 5 de julio de 2013; aceptado el 26 de julio de 2013

Resumen

El presente trabajo pretende poner de manifiesto las ventajas del software matemático Polymath para determinar parámetros de modelos cinéticos de distintas formas de inhibición en reacciones catalizadas por enzimas. Esta determinación se lleva a cabo mediante la regresión de datos de velocidad de reacción. Se desea, además, mostrar las bondades de la linealización de los modelos para obtener una primera estimación de sus parámetros, que es requerida por los modelos no lineales correspondientes. La regresión de datos con diferentes modelos de inhibición no lineales, con su correspondiente análisis estadístico, permitirá individualizar a aquel que mejor se ajusta a los valores experimentales.

Palabras clave

Modelos cinéticos - Polymath - Inhibición de reacciones

Abstract

This paper aims to highlight the advantages of mathematical software Polymath to determine kinetic model parameters of various forms of inhibition in enzyme-catalyzed reactions. This determination is carried out by data regression rate of reaction. We wish also to show the benefits of the linearization of the models to obtain a first estimation of its parameters that is required by the corresponding nonlinear models. The data regression with nonlinear inhibition models, with the corresponding statistical analysis, will identify the one that best fits the experimental values.

Key words

Kinetic models – Polymath - Inhibition of reactions

Introducción

Muchos de los problemas de ingeniería en el mundo de hoy son complejos y requieren de soluciones numéricas de complicados sistemas de ecuaciones. En este trabajo se busca demostrar las utilidades del programa Polymath como herramienta matemática, sencilla de utilizar, didáctica y de fácil instalación, tanto para la ejercitación y la práctica del estudiante de Ciencia y Tecnología de los Alimentos en problemas básicos, como para el modelado de equipos y cálculos de envergadura.

Una de las ventajas que se intenta destacar de este programa es la presentación de resultados en forma gráfica, lo que posibilita una fácil comprensión e incorporación a los documentos e informes pertinentes.

Un biorreactor es un recipiente que mantiene un ambiente biológicamente activo, llevando a cabo un proceso químico que involucra organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de los mismos. En términos generales, un biorreactor busca mantener un ambiente uniforme y adecuado para los microorganismos. Las funciones que cumple el biorreactor pueden resumirse del siguiente modo:

- Mantener las células uniformemente distribuidas en todo el volumen de cultivo a fin de prevenir la sedimentación o la flotación.
- Mantener constante y homogénea la temperatura.
- Minimizar los gradientes de concentración de nutrientes.
- Suministrar oxígeno a una velocidad tal que satisfaga el consumo
- El diseño debe permitir el mantenimiento del cultivo puro, una vez que todo el sistema ha sido esterilizado y posteriormente sembrado con el microorganismo deseado.

Por su parte un quimióstato es un sistema de cultivo en continuo (reactor tanque agitado, CSTR) y su operación esquemática se muestra en la Figura 1.

Una operación en continuo exige una serie de consideraciones para modelar su comportamiento:

- Mezcla perfecta (sin gradientes de concentración y con agitación turbulenta)
- Flujo de entrada y salida iguales ($F_0 = F$);
- Volumen de operación constante ($dV/dt = 0$)
- Parámetros constantes (temperatura, pH, velocidad de transferencia de oxígeno, etc.)

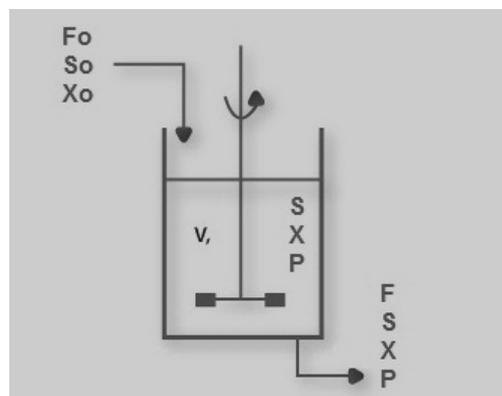


Figura 1. Reactor tanque agitado continuo (CSTR), quimióstato

Donde: F_0 es la velocidad del flujo volumétrico, S_0 es la concentración de sustrato y X_0 la concentración de células, todas relativas a la corriente de alimentación del reactor. F , S y X corresponden a los mismos parámetros, pero de la corriente de salida del reactor, y P es la concentración de producto. V es el volumen del reactor.

Para iniciar un cultivo continuo, el biorreactor o el fermentador deben cargarse previamente con el inóculo y, luego de que éste creció lo suficiente, alimentar el sistema con medio de cultivo fresco a un caudal determinado y evacuar el producto por un rebalse, de modo que el volumen se mantenga constante durante el tiempo que dure el bioproceso o la fermentación.

El caudal de salida F contiene células vivas, algo de sustrato y posiblemente algún producto. Las concentraciones de biomasa y de producto en el medio fresco del caudal de entrada serán

iguales a cero, por lo que en la alimentación sólo se deberá considerar la concentración de sustrato limitante del crecimiento.

Una de las características más importantes del quimiostato es que permite al operador controlar la velocidad de crecimiento de las células. Este control se logra ajustando el caudal de alimentación (tasa de dilución: $D = F_0 / V$).

Se debe ser precavido a la hora de diseñar un quimiostato, ya que el flujo de alimentación al reactor no debe superar el óptimo para no incurrir en "lavado" de células vivas y la consecuente pérdida de la población microbiana generadora del producto deseado. Al diseñar un quimiostato se debe tener en cuenta que el flujo de alimentación al reactor no debe superar el óptimo para no provocar el "lavado" de células vivas y la consecuente pérdida de la población microbiana generadora del producto deseado.

A su vez, tampoco debe estar este flujo por debajo de los valores adecuados, puesto que una fracción grande de células puede morir de inanición cuando el nutriente limitante no es añadido con suficiente rapidez para permitir el mantenimiento del metabolismo celular.

La inhibición en un quimiostato, así como para un reactor de cualquier tipo, afectará de manera directa la ecuación que regula la tasa de crecimiento de las células vivas actuantes.

En este trabajo se pondrá en evidencia la diferencia entre las ecuaciones que rigen la velocidad de crecimiento microbiano inhibido por sustrato con la conocida ecuación de Monod:

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{K_S + S}$$

Otro de los puntos de interés de este trabajo es poner en evidencia la existencia de múltiples estados estacionarios en el quimiostato considerado.

Muchos de los procesos involucrados en la naturaleza son dinámicos (cambian con el tiempo) y los de procesamiento químico no son la excepción. Con el fin de diseñar y operar equipos o procesos es necesario obtener un modelo matemático que describa el sistema en estudio. Ya que los sistemas son dinámicos, los modelos matemáticos están constituidos por sistemas de ecuaciones diferenciales. Se desea que dichos modelos describan los procesos de la manera más precisa posible. Sin embargo, siempre existen incertidumbres en los sistemas, errores en las predicciones de parámetros, etc.

Con frecuencia los sistemas de procesamiento químico presentan conductas altamente no lineales. Algunas de las formas en las que la conducta no lineal se manifiesta es a través del surgimiento de múltiples estados estacionarios, histéresis, bifurcaciones e incluso conducta caótica. Toda esta información es relevante para propósitos de diseño, o rediseño, y control de procesos a lazo cerrado. Por ejemplo, usando esta información el diseñador estaría en una mejor posición de entender las potenciales dificultades que implica el seleccionar una cierta estrategia de control, o bien seleccionar una región de operación donde el control del proceso pueda no ser tan difícil.

Por lo tanto, es importante contar con un medio sistemático de abordar dos de los problemas no lineales más importantes que surgen en sistemas de procesamiento químico:

- a) la determinación de múltiples estados estacionarios y
- b) la variación de la respuesta de la planta piloto al modificar el valor de algún parámetro.

Los estados estacionarios se pueden definir como $d(X,S)/dt = 0$. Estos estados se conocen también como atractores, puntos singulares, puntos de equilibrio o puntos fijos.

Así, en estado estacionario, el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias presentes se reducirá a un sistema de ecuaciones algebraicas no lineales.

Cualquier sistema de ecuaciones diferenciales y cada solución del sistema, se encuentran afectadas por “desviaciones”. La fuente de estas desviaciones puede ser:

Interna: Los sistemas de ecuaciones diferenciales que describen procesos físicos o químicos poseen errores debido a la estimación de los parámetros (coeficientes de transferencia de calor, energías de activación, etc.). También se conocen como errores de modelado.

Externa: Todo sistema dinámico recibe variaciones de los parámetros externos (errores de mediciones, fluctuaciones en los flujos de alimentación, etc.) También se conocen como perturbaciones.

Métodos numéricos: La resolución de las ecuaciones diferenciales generalmente involucra errores debido a aproximaciones numéricas o por redondeo. A causa de estas desviaciones, los estados estacionarios de procesos reales no existen como tal, son soluciones matemáticas de modelos matemáticos. Sin embargo, los puntos de operación de los procesos reales se encuentran oscilando en una franja cercana al estado estacionario “matemático” por lo que su empleo para diseño, simulación y control es válido.

El objetivo del trabajo será resolver un problema relativamente complejo de Cinética Química. Los resultados obtenidos serán utilizados para extraer conclusiones del funcionamiento de un biorreactor, en estado estacionario y dinámico.

Para ello se consideró la operación en estado estacionario y no estacionario de un quimióstato ideal, como el mostrado en la Figura 1.

Además, debido a que el quimióstato es ideal, se debe considerar que:

- El estado de mezcla es perfecta: la agitación y homogenización de la mezcla mantiene la concentración dentro del reactor y en la(s) corriente(s) de salida invariable(s) a lo largo del tiempo.
- Los flujos de entrada y salida son iguales ($F_0 = F$)
- El volumen de operación es constante ($dV/dt = 0$)
- Existen parámetros constantes (temperatura, pH, oxígeno, K_1 , K_S , Y etc.)

En el quimióstato se produce una reacción bioquímica con la siguiente expresión de velocidad inhibida por sustrato para el crecimiento microbiano: $S+X \rightarrow P+nX$

$$u_g = u_m / ((1 + (K_s / S)) * (1 + (S / K_1)))$$

El balance de materia general en estado no estacionario para las células que hay dentro del quimióstato en un intervalo de tiempo Δt es:

$$\text{ENTRADA} + \text{GENERACIÓN} = \text{SALIDA} + \text{ACUMULACIÓN}$$

$$(F_0 * X_0) * \Delta t + u_g V * X * \Delta t = (F * X) * \Delta t + (V * X)_{t + \Delta t} - (V * X)_t$$

Donde $V * X$ también representa el número de moles de células en el reactor (N_x).

Calculando el límite cuando Δt tiende a cero, recordando que $V = \text{constante}$, se obtiene la ecuación diferencial ordinaria que sigue:

$$d(X)/d(t) = (((F_0 * X_0) - (F * X)) / V) + u_g * X \quad (1)$$

Un balance similar para el sustrato, quedaría planteado de la siguiente manera, teniendo en cuenta que Y es el rendimiento fraccional de células sobre sustrato:

$$d(S)/d(t) = (((F_0 * S_0) - (F * S)) / V) - u_g * X / Y \quad (2)$$

Si la operación transcurre en estado estacionario, las derivadas respecto del tiempo de las ecuaciones (1) y (2) son iguales a cero, por lo tanto también es válido escribir la siguiente ecuación:

$$X - X_0 = Y (S_0 - S) \quad \text{o lo que es lo mismo}$$

$$S = S_0 - (X - X_0) / Y \quad (3)$$

Para el caso de la velocidad de crecimiento celular inhibida por sustrato dada por la ecuación $u_g = u_m / ((1 + (K_s / S)) * (1 + (S / K_1)))$, el orden de la reacción puede volverse negativo para S. Esto puede conducir a una operación de estados estacionarios múltiples al biorreactor.

PARTE EXPERIMENTAL

En primer lugar se determinó el mínimo valor del caudal F que producirá el lavado de las células como único estado estacionario, considerando la expresión de velocidad de crecimiento microbiano inhibida por sustrato $u_g = u_m / ((1 + (K_s / S)) * (1 + (S / K_1)))$, para:

$$u_m = 0,65 \text{ h}^{-1}$$

$$K_s = 0,14 \text{ g/dm}^3$$

$$K_1 = 0,48 \text{ g/dm}^3$$

$$Y = 0,38 \text{ g células/g sustrato}$$

$$V = 2 \text{ dm}^3$$

$$X_0 = 0$$

$$S_0 = 4 \text{ g/dm}^3$$

$$F \text{ varía entre } 0 \text{ y } 0,8 \text{ dm}^3/\text{h}$$

$$\text{En este caso } d(X,S)/dt = 0$$

Las ecuaciones diferenciales (1) y (2) quedan:

$$d(X)/d(t) = (((F_0 * X_0) - (F * X)) / V) + u_g * X = 0 \quad (1^*)$$

$$d(S)/d(t) = (((F_0 * S_0) - (F * S)) / V) - u_g * X / Y = 0 \quad (2^*)$$

En estado estacionario es $F = F_0$

La solución de las ecuaciones (1*), no lineal en X, y (3) explicitada en S, se calculó para varios valores de F, comenzando con el valor más alto del caudal para detectar el valor de transición de F que primero conduce a soluciones múltiples.

En segundo lugar se determinaron los valores de F que conducían al reactor a estados estacionarios múltiples, resolviendo la primera parte para diferentes valores de F.

Luego se seleccionaron los valores de F que predicen tres estados estacionarios (incluyendo $X = 0$) y se simuló la dinámica del sistema comenzando con valores de X precisamente por encima y por debajo del valor del estado estacionario intermedio, observando que éste es un estado estacionario inestable.

Se mostraron concentraciones de X y S transientes que conducen a los estados estacionarios de baja y alta velocidad desde el punto de operación de estado estacionario intermedio.

La estabilidad del sistema del reactor se examinó comenzando muy cerca del estado estacionario intermedio resolviendo las ecuaciones diferenciales (1) y (2). Esto incluyó una condición inicial para X precisamente por encima del valor de la solución del estado estacionario intermedio y un valor para S igual al de la solución de este estado. Luego se incluyó una condición inicial para X justo por debajo del valor de la solución del estado estacionario intermedio y un valor para S igual al

de la solución de este estado. Se observó que la integración de las ecuaciones diferenciales para tiempos prolongados resultó en estados estacionarios.

Resultados y discusión

A. Cálculo del caudal mínimo que produce el lavado de las células ($x=0$)

a) Se comenzó fijando $F_0 = 0,61 \text{ dm}^3/\text{h}$ el caudal de alimentación al quimióstato para tratar de obtener un sistema de estados estacionarios múltiples. A partir de este valor, se lo fue disminuyendo hasta llegar a $0 \text{ dm}^3/\text{h}$.

En la Figura 2 se observa el planteo de las ecuaciones para un caudal de alimentación al biorreactor $F = 0,61 \text{ dm}^3/\text{h}$.

```

POLYMATH 6.10 Educational Release - [Nonlinear Equations Solver]
File Program Edit Format Problem Examples Window Help
f(x) x= x= ini- fini- safenewt Graph
Nonlinear Equations: 1 Auxiliary Equations: 11 Ready for solution
f(X) = (((F0*X0) - (F*X))/V) + mug*X
X(min) = 0
X(max) = 2
F = 0.61
X0 = 0
V = 2
S0 = 4
Y = 0.38
mug = mum / ((1 + (Ks/S)) * (1 + (S/K1)))
mum = 0.65
Ks = 0.14
K1 = 0.48
S = S0 - (X - X0)/Y
F0 = F
  
```

Figura 2. Planteo de ecuaciones para $F = 0,61 \text{ dm}^3/\text{h}$

En la Figura 3 se observa el informe de resultados del sistema de ecuaciones de la Figura 2. Se observa que la concentración celular en el quimióstato (X) para $F = 0,61 \text{ dm}^3/\text{h}$ fue prácticamente $0 \text{ g}/\text{dm}^3$. La concentración de sustrato (S) se mantuvo en los $4 \text{ g}/\text{dm}^3$, correspondiente a la alimentación, dado que no hubo consumo del mismo debido a la ausencia de desarrollo celular.

Estados estacionarios múltiples en un quimiostato con crecimiento microbiano inhibido. parte a: base teórica

POLYMATH Report
Nonlinear Equation

Calculated values of NLE variables

Solution #1 of 2

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	-3.822E-13	9.085E-14	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.61
2 F0	0.61
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.0672878
6 mum	0.65
7 S	4.
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Solution #2 of 2

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	-7.636E-10	1.815E-10	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.61
2 F0	0.61
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.0672878
6 mum	0.65
7 S	4.
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Nonlinear equations

1 $f(X) = (((F0*X0)-(F*X))/V)+mug*X = 0$

Explicit equations

- 1 F = 0.61
- 2 X0 = 0
- 3 V = 2
- 4 S0 = 4
- 5 Y = 0.38
- 6 S = S0-(X-X0)/Y
- 7 mum = 0.65
- 8 Ks = 0.14
- 9 K1 = 0.48
- 10 mug = mum/((1+(Ks/S))*(1+(S/K1)))
- 11 F0 = F

General Settings

Total number of equations	12
Number of implicit equations	1
Number of explicit equations	11
Elapsed time	0.0000 sec
Solution method	SAFENEWT
Max iterations	150
Tolerance F	0.0000001
Tolerance X	0.0000001
Tolerance min	0.0000001

Data file: f:\biol\ingenieria con polymath\estados estacionarios múltiples.pol

Figura 3. Informe de resultados para F = 0,61 dm³/h

La Figura 4 es la representación gráfica de f(X) en función de X (concentración celular) que permite visualizar rápidamente las raíces del sistema de ecuaciones planteadas para detectar el número de estados estacionarios.

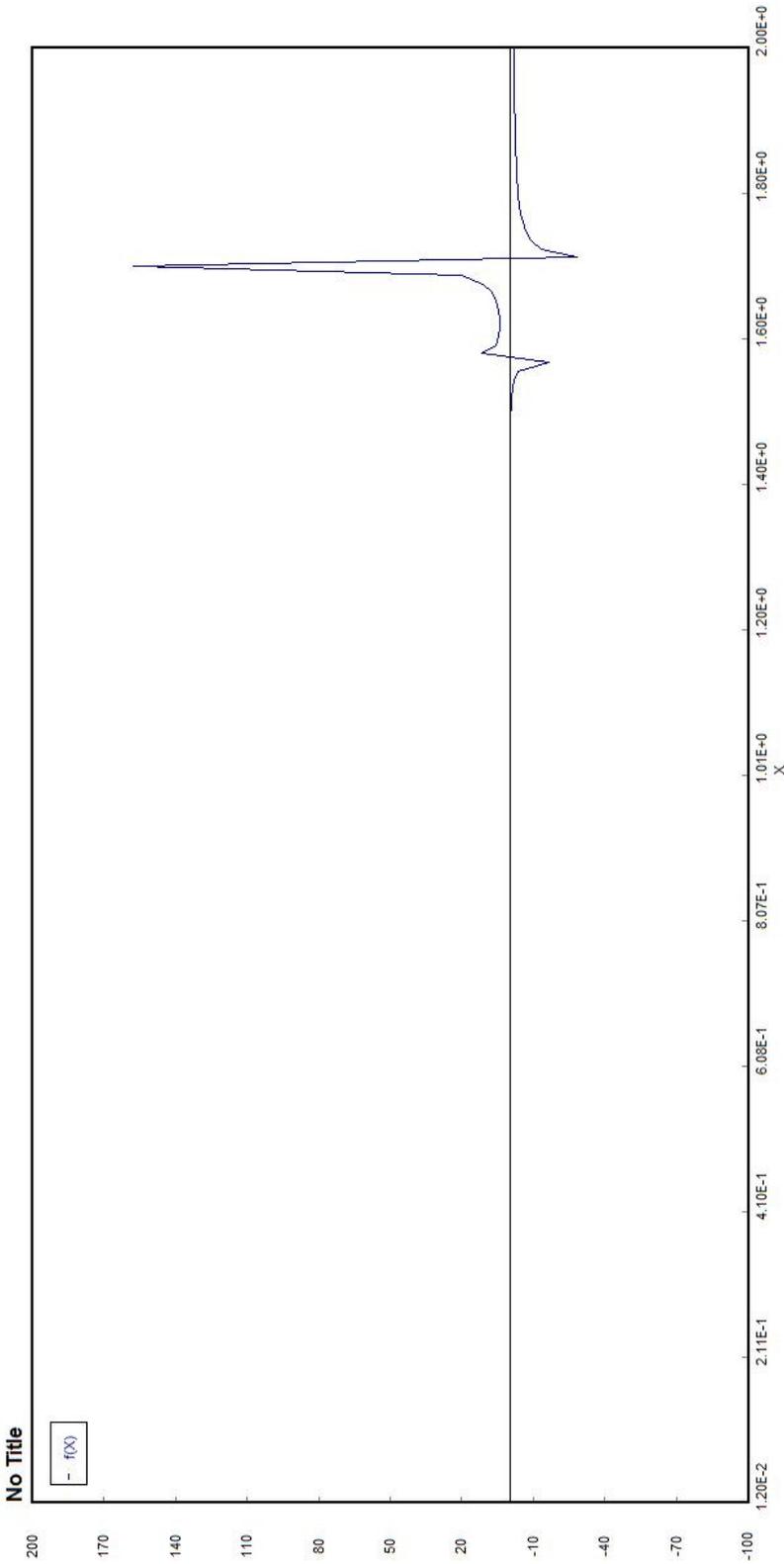


Figura 4. Raíces del sistema de ecuaciones de la Figura 2

Nota: Fijando $F = 0,8 \text{ dm}^3/\text{h}$ se obtiene igual valor de las raíces que el caso a).

b) En la Figura 5 se observa el planteo de las ecuaciones para un caudal de alimentación al quimiostato $F = 0,6 \text{ dm}^3/\text{h}$.

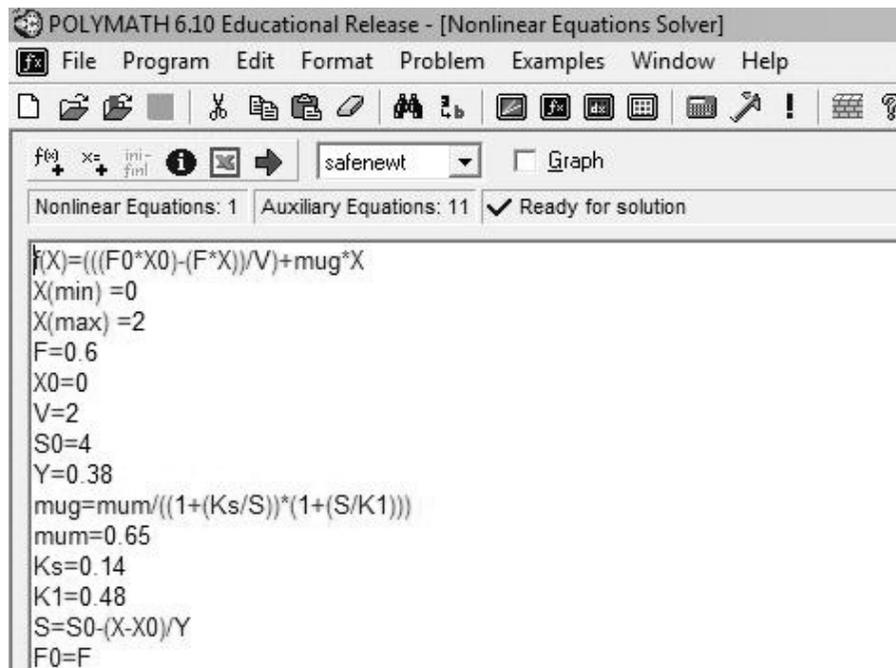


Figura 5. Planteo de ecuaciones para $F = 0,6 \text{ dm}^3/\text{h}$

En la Figura 6 se observa el informe de resultados del sistema de ecuaciones de la Figura 5. Allí se aprecia que la concentración celular en el quimiostato (X) para $F = 0,6 \text{ dm}^3/\text{h}$ presenta dos soluciones. Una de ellas prácticamente $0 \text{ g}/\text{dm}^3$ y la otra $1,42004 \text{ g}/\text{dm}^3$. La concentración de sustrato (S) correspondiente fue de aproximadamente $4 \text{ g}/\text{dm}^3$ y $0,2630522 \text{ g}/\text{dm}^3$ respectivamente. Se observa que para este caudal de alimentación al quimiostato el sistema presenta dos estados estacionarios de operación.

POLYMATH Report
Nonlinear Equation

Calculated values of NLE variables

Solution #1 of 2

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	1.42004	-0.0368625	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.6
2 F0	0.6
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.2740412
6 mum	0.65
7 S	0.2630532
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Solution #2 of 2

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	-3.455E-07	8.04E-08	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.6
2 F0	0.6
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.0672878
6 mum	0.65
7 S	4.000001
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Nonlinear equations

1 $f(X) = (((F0*X0)-(F*X))/V)+mug*X = 0$

Explicit equations

- 1 F = 0.6
- 2 X0 = 0
- 3 V = 2
- 4 S0 = 4
- 5 Y = 0.38
- 6 S = S0-(X-X0)/V
- 7 mum = 0.65
- 8 Ks = 0.14
- 9 K1 = 0.48
- 10 mug = mum/(((1+(Ks/S)))*(1+(S/K1)))
- 11 F0 = F

General Settings

Total number of equations	12
Number of implicit equations	1
Number of explicit equations	11
Elapsed time	0.0000 sec
Solution method	SAFENEWT
Max iterations	150
Tolerance F	0.0000001
Tolerance X	0.0000001
Tolerance min	0.0000001

Data file: f:\biolingeniería con polymath\estados estacionarios múltiples10.pol

Figura 6. Informe de resultados para F = 0,6 dm³/h

En la Figura 7 se muestra la representación gráfica de f(X) en función de X (concentración celular) que permite visualizar rápidamente las raíces del sistema de ecuaciones planteadas para detectar el número de estados estacionarios.

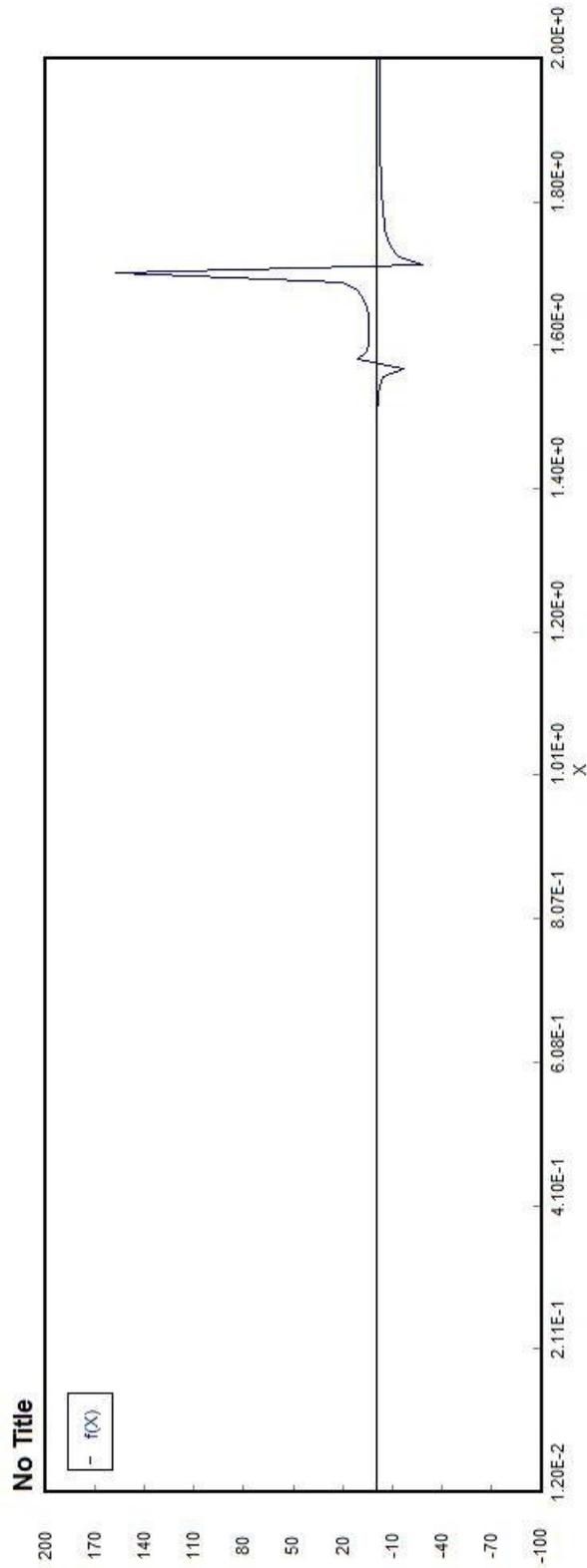


Figura 7. Raíces del sistema de ecuaciones de la Figura 5

c) En la Figura 8 se observa el planteo de las ecuaciones para un caudal de alimentación al quimióstato $F = 0,55 \text{ dm}^3/\text{h}$.

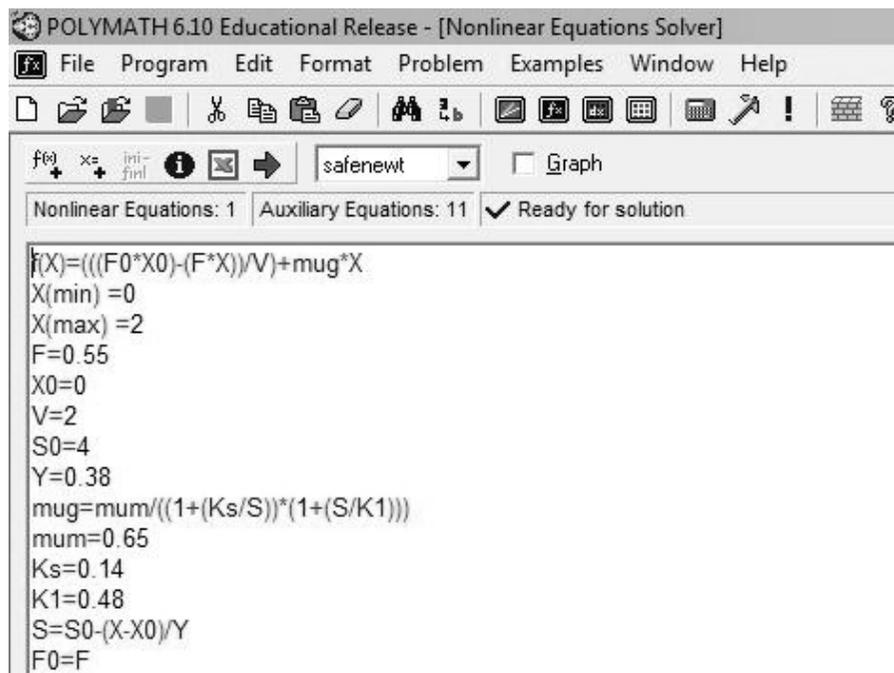


Figura 8. Planteo de ecuaciones para $F = 0,55 \text{ dm}^3/\text{h}$

En la Figura 9 se observa el informe de resultados del sistema de ecuaciones de la Figura 8. Allí se aprecia que la concentración celular en el quimióstato (X) para $F = 0,55 \text{ dm}^3/\text{h}$ presenta aún dos soluciones. Una de ellas prácticamente 0 g/dm^3 y la otra $1,421441 \text{ g/dm}^3$. La concentración de sustrato (S) correspondiente fue de aproximadamente 4 g/dm^3 y $0,2593661 \text{ g/dm}^3$ respectivamente.

Estados estacionarios múltiples en un quimiostato con crecimiento microbiano inhibido. parte a: base teórica

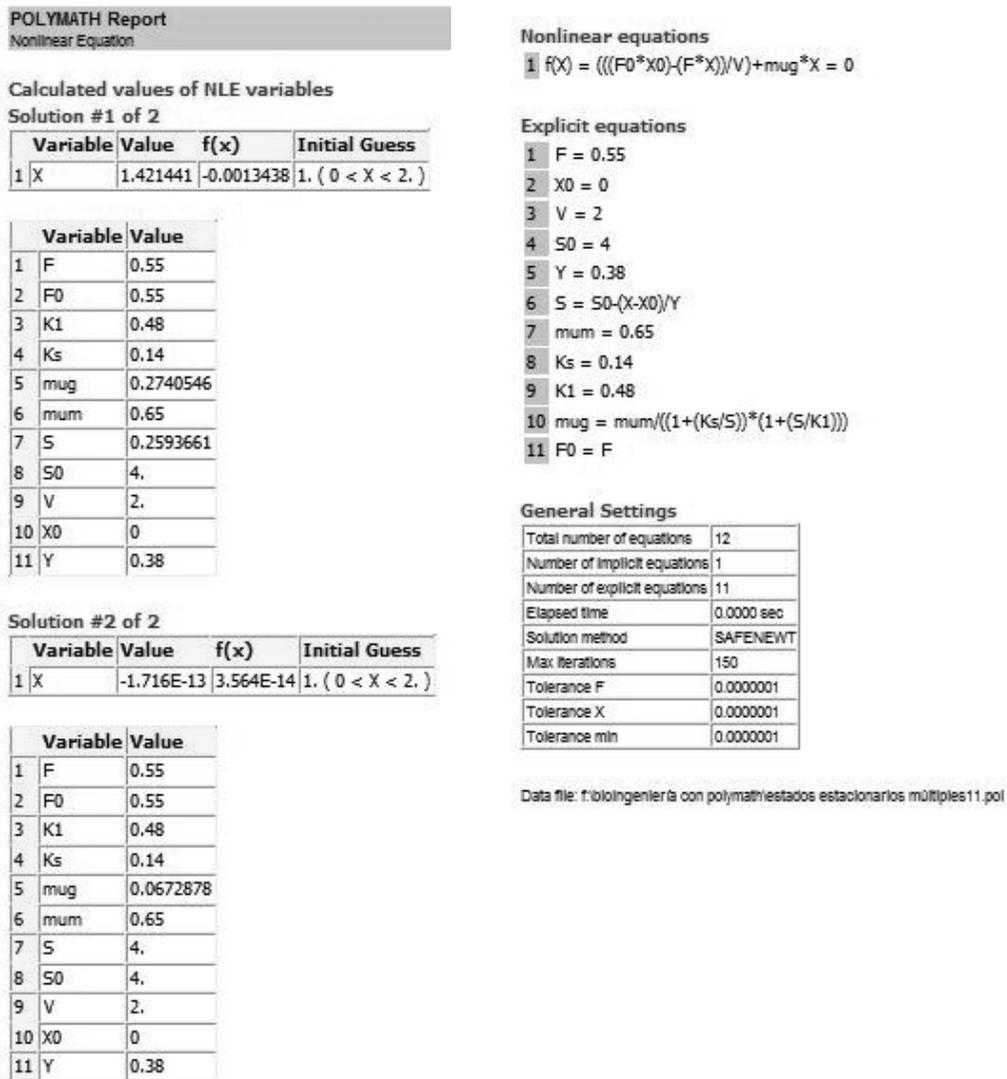


Figura 9. Informe de resultados para F = 0,55 dm³/h

NOTA: A continuación se indicarán sólo los informes de resultados para cada uno de los caudales de alimentación analizados.

d) En la Figura 10 se aprecia que la concentración celular en el quimiostato (X) para F = 0,54 dm³/h presenta ahora tres soluciones. Una de ellas prácticamente 0 g/dm³ y las otras dos 1,392739 g/dm³ y 1,44375 g/dm³. La concentraciones de sustrato (S) correspondientes fueron de aproximadamente 4 g/dm³, 0,3348967 g/dm³ y 0,2006589 g/dm³ respectivamente. Se observa que para este caudal de alimentación el quimiostato presenta tres estados estacionarios de operación.

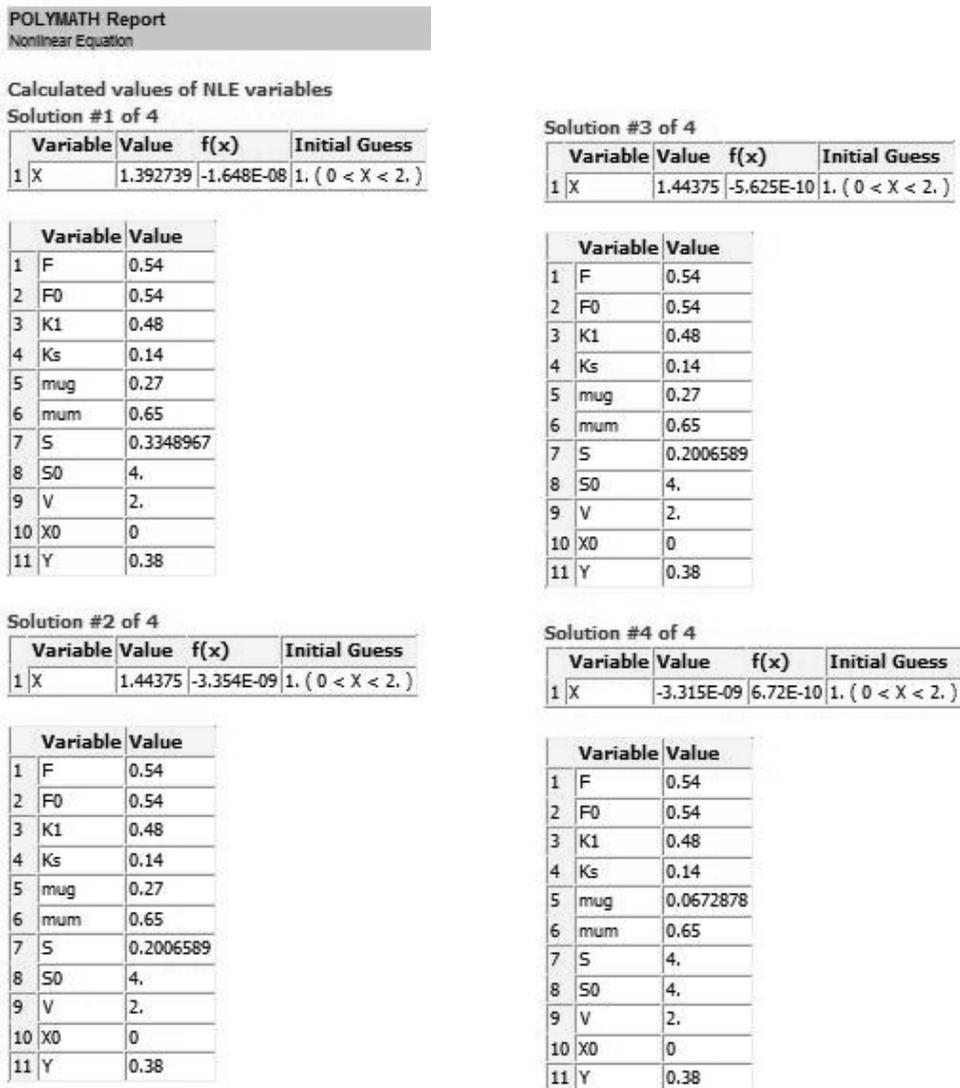


Figura 10. Informe de resultados para $F = 0,54 \text{ dm}^3/\text{h}$

e) En la Figura 11 se aprecia que la concentración celular en el quimióstato (X) para $F = 0,14 \text{ dm}^3/\text{h}$ presenta también tres soluciones. Una de ellas prácticamente 0 g/dm^3 y las otras dos $1,392739 \text{ g/dm}^3$ y $1,44375 \text{ g/dm}^3$. Las concentraciones de sustrato (S) correspondientes fueron de aproximadamente 4 g/dm^3 , $0,3348967 \text{ g/dm}^3$ y $0,2006589 \text{ g/dm}^3$ respectivamente. Se observa que para este caudal de alimentación el quimióstato presenta también tres estados estacionarios de operación.

Estados estacionarios múltiples en un quimiostato con crecimiento microbiano inhibido. parte a: base teórica

POLYMATH Report
Nonlinear Equation

Calculated values of NLE variables

Solution #1 of 3

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	0.0685715	6.173E-10	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.14
2 F0	0.14
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.07
6 mum	0.65
7 S	3.819549
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Solution #2 of 3

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	1.513314	-7.123E-12	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.14
2 F0	0.14
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.07
6 mum	0.65
7 S	0.0175937
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Solution #3 of 3

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	-2.141E-07	5.808E-10	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.14
2 F0	0.14
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.0672878
6 mum	0.65
7 S	4.000001
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Nonlinear equations

1 $f(X) = (((F0*X0)-(F*X))/V)+mug*X = 0$

Explicit equations

- 1 F = 0.14
- 2 X0 = 0
- 3 V = 2
- 4 S0 = 4
- 5 Y = 0.38
- 6 S = S0-(X-X0)/Y
- 7 mum = 0.65
- 8 Ks = 0.14
- 9 K1 = 0.48
- 10 mug = mum/((1+(Ks/S))*(1+(S/K1)))
- 11 F0 = F

Figura 11. Informe de resultados para F = 0,14 dm³/h

f) En la Figura 12 se aprecia que la concentración celular en el quimiostato (X) para F = 0,13 dm³/h presenta nuevamente dos soluciones. Una de ellas prácticamente 0 g/dm³ y la otra dos 1,392739 g/dm³. La concentraciones de sustrato (S) correspondientes fueron de aproximadamente 4 g/dm³ y 0,2006589 g/dm³ respectivamente. Se observa que para este caudal de alimentación el quimiostato presenta nuevamente dos estados estacionarios de operación.

POLYMATH Report
Nonlinear Equation

Calculated values of NLE variables

Solution #1 of 2

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	1.513867	-1.036E-12	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.13
2 F0	0.13
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.065
6 mum	0.65
7 S	0.0161389
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Solution #2 of 2

Variable	Value	f(x)	Initial Guess
1 X	-0.0622673	1.473E-10	1. (0 < X < 2.)

Variable	Value
1 F	0.13
2 F0	0.13
3 K1	0.48
4 Ks	0.14
5 mug	0.065
6 mum	0.65
7 S	4.163861
8 S0	4.
9 V	2.
10 X0	0
11 Y	0.38

Nonlinear equations

1 $f(X) = (((F0*X0)-(F*X))/V)+mug*X = 0$

Explicit equations

- 1 F = 0.13
- 2 X0 = 0
- 3 V = 2
- 4 S0 = 4
- 5 Y = 0.38
- 6 S = S0-(X-X0)/Y
- 7 mum = 0.65
- 8 Ks = 0.14
- 9 K1 = 0.48
- 10 mug = mum/(((1+(Ks/S)))*(1+(S/K1)))
- 11 F0 = F

General Settings

Total number of equations	12
Number of implicit equations	1
Number of explicit equations	11
Elapsed time	0.0000 sec
Solution method	SAFENEWT
Max iterations	150
Tolerance F	0.0000001
Tolerance X	0.0000001
Tolerance min	0.0000001

Data file: f:\biolingeniería con polymath\estados estacionarios múltiples14.pol

Figura 12. Informe de resultados para F = 0,13dm³/h

Conclusiones

A continuación se resumen los resultados obtenidos. Se puede concluir que el mínimo valor del caudal F que producirá el lavado de las células ($X = 0$) como único estado estacionario es $0,61 \text{ dm}^3/\text{h}$.

$F \text{ (dm}^3/\text{h)}$	Raíces (X en g/dm^3)
$0,8 - 0,61$	0
$0,6 - 0,55$	2 ($X = 0$ y otra)
$0,54 - 0,14$	3 ($X = 0$ y otras dos)
$0,13 - 0,00$	2 ($X = 0$ y otra)

Estos son los valores de concentración celular en los cuales el quimiostato operará en estado estacionario para cada uno de los caudales dados.

Como se puede observar, si se alimenta el quimiostato con un flujo mayor a $0.6 \text{ dm}^3/\text{h}$, se produciría el lavado de las células en el reactor. Dicho de otra manera, el caudal de alimentación ocasionaría el arrastre de las células evitando el normal desarrollo de éstas con la consiguiente pérdida de producto, puesto que no habría microorganismos capaces de transformar el sustrato.

Del análisis del resumen anterior se determinó que los valores de F entre $0,54$ y $0,14 \text{ g}/\text{dm}^3$ conducen a la operación del reactor a estados estacionarios múltiples.

Agradecimientos

Se valora la colaboración que, en materia de edición electrónica, prestó la alumna Guadalupe Ramirez.

Instrucciones para la Presentación de Artículos

Rumbos Tecnológicos es una publicación periódica de la Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional, de carácter científico-tecnológico y destinada a un público con formación particular en diferentes campos del conocimiento.

Su propósito es la difusión de trabajos de investigación científica y tecnológica de la ingeniería, sus campos de aplicación, la enseñanza de la disciplina y otras ciencias relacionadas con su práctica. Asimismo son de interés artículos de reflexión o estudios de casos particulares producto de experiencias de los autores en la práctica de la investigación.

Presentación de los trabajos

Los trabajos deberán ser dirigidos al Comité Editorial y enviados por correo electrónico a la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado:

cienciaytecnologia@fra.utn.edu.ar

o a la redacción de Rumbos Tecnológicos:

rumbostecnologicos@fra.utn.edu.ar

El servidor se encuentra en condiciones de recibir archivos de hasta 6 MB. Si la extensión del trabajo fuera mayor, es aconsejable remitir separadamente el texto y las ilustraciones.

Categoría de artículos

1. Las contribuciones previstas podrán ser:

- a) Artículos de Investigación Científica y Tecnológica: documentos que presentan, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación.
- b) Reportes de Caso: documentos que presentan los resultados de estudios sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluyen revisión sistemática y comentada de la literatura sobre casos análogos.
- c) Notas Técnicas: trabajos de naturaleza técnico-tecnológica destinados a la descripción de procesos, dispositivos o equipos desarrollados por los autores.
- d) Cartas al Editor: documentos breves que presentan resultados originales, preliminares o parciales, de investigaciones científicas o tecnológicas, que por lo general requieren de una pronta difusión.
- e) Artículos de revisión: documentos de una investigación donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracterizan por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica.

2. Artículos de difusión: trabajos destinados a ilustrar acerca de las características de un tema particular y sus aplicaciones.

Todas las categorías serán sometidas a arbitraje excepto los artículos de difusión, que serán seleccionados por el comité editor de acuerdo a la temática propuesta.

Estructura de los contenidos y edición

Se deberán contemplar las siguientes pautas:

La extensión del trabajo no podrá ser mayor que 20 páginas.

La presentación debe realizarse en formato de hoja tamaño A4 (21 cm x 29,7 cm) escritas con interlineado simple, conservando los siguientes márgenes: superior e inferior, 2,5 cm; derecho e izquierdo, 3 cm; encabezado y pie de página, 1,5 cm.

La fuente a utilizar en los trabajos es Arial Narrow.

La presentación deberá seguir los siguientes lineamientos:

- a) Nombre del trabajo: tamaño 14, negrita, en mayúscula y centrado.
- b) Autores: a continuación, sobre margen izquierdo, dejando interlineado doble, tamaño 12, en negrita, nombre y apellido del (de los) autor(es). En tamaño 12, el nombre y la dirección postal de la(s) institución(es) a la(s) que pertenece(n). Se deberá indicar, usando asterisco luego del apellido, al autor a quien la correspondencia deba ser dirigida y, en cursiva, su dirección de correo electrónico.
- c)

EJEMPLO DE FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DEL TÍTULO

Nombre Completo Primer Autor^{1,2}, Nombre Completo Segundo Autor², Nombre Completo Tercer Autor^{*3,4}

¹ Institución 1, Dependencia 1, Dirección (Código Postal) Localidad, Provincia, País.

² Institución 2, Dependencia 2, Dirección (Código Postal) Localidad, Provincia, País.

³ Institución 3, Dependencia 3, Dirección (Código Postal) Localidad, Provincia, País.

⁴ Institución 4, Dependencia 4, Dirección (Código Postal) Localidad, Provincia, País

* Autor a quien la correspondencia debe ser dirigida

Correo electrónico: *terceraautor@servidor.ar*

El texto del trabajo contemplará las instrucciones que siguen:

- a) Títulos: margen izquierdo, tamaño 14 y en negrita.
- b) Subtítulos: margen izquierdo, tamaño 12 y en negrita.
- c) Formato de textos: justificado, tamaño 12, en espacio simple.
- d) Sangría: 1 cm, en primera línea, salvo Resumen y Abstract.
- e) Títulos de tablas y figuras: en negrita, alineación centrada y tamaño 11.

En cuanto a los contenidos se sugiere:

El *Resumen* debe ser lo más informativo posible, para orientar al lector en la identificación del contenido básico del artículo en forma rápida y exacta. Debe expresar clara y brevemente los objetivos y el alcance del estudio, los procedimientos básicos, los métodos analíticos, los principales hallazgos y las conclusiones y presentar resultados numéricos precisos. Debe emplearse tercera persona y tiempo pasado, excepto en la frase concluyente; excluir abreviaturas y referencias bibliográficas. Su redacción será en castellano y en inglés (en este caso bajo el título *Abstract*) con una extensión máxima de 200 palabras, dejando interlineado doble luego del bloque "Autores".

Luego del resumen, deberán consignarse palabras clave (en el *Abstract*, key-words) que orienten acerca de la temática del trabajo, hasta un máximo de cinco. Asociaciones válidas de palabras (por ejemplo, contaminación ambiental, fluorescencia de rayos X) se considerarán como una palabra individual.

Para el resto del texto, se aconseja ordenar el cuerpo de trabajo en distintas secciones:

- *Introducción*: se expone en forma concisa el problema, el propósito del trabajo y se resume el fundamento del estudio. Se mencionan sólo las referencias estrictamente pertinentes, sin incluir datos ni conclusiones.

- *Desarrollo (Materiales y Métodos o Parte Experimental)*: aquí se describe el diseño de la investigación o el trabajo y se explica cómo se llevó a la práctica, las especificaciones técnicas de los materiales, la cantidad y los métodos de preparación. Etc.
- *Resultados*: esta sección presenta la información pertinente a los objetivos del estudio y los hallazgos, en una secuencia lógica, es decir, presentando didácticamente el conocimiento que se trata de comunicar y no la estructura histórico secuencial de cómo fueron descubiertos o enunciados esos conocimientos.
- *Discusión*: es el lugar donde se examinan e interpretan los resultados y se sacan las conclusiones derivadas de esos resultados.
- *Conclusiones*: expresan en forma resumida, sin los argumentos que la sustentan, las consecuencias extraídas en la Discusión de los Resultados.
- *Agradecimientos*: los agradecimientos deberán ser escuetos y específicos, vinculados al trabajo presentado. Serán suprimidos los de naturaleza general o no aplicables a la contribución.
- *Referencias*: agregar al final del texto, en una lista, las referencias bibliográficas y documentales con los autores y las obras citadas, ordenada alfabéticamente. La lista bibliográfica guarda una relación exacta con las citas que aparecen en el texto: solamente incluye aquellos recursos que se utilizaron para llevar a cabo la investigación y la preparación del trabajo.

Conjuntamente con el artículo completo, deben enviarse en archivos separados e identificados claramente, imágenes y gráficos con el formato final indicado.

Elementos generales de citación y elaboración de las referencias

Citación

1. Ejemplos para citar en el texto una obra por un autor(a):

- a. Rivera (1994) comparó los tiempos de reacción...
- b. En un estudio reciente sobre tiempos de reacción (Rivera, 1994)...
- c. En 1994, Rivera comparó los tiempos de reacción...

2. Obras con múltiples autores(as):

- a. Cuando un trabajo tiene dos autores(as), se deben citar ambos cada vez que la referencia ocurre en el texto.
- b. Cuando un trabajo tiene tres o más autores, se cita el apellido del(a) primer(a) autor(a) seguido de la frase et al. y el año de publicación.

Ejemplo: Ramírez et al. (1985) concluyeron que...

3. En el caso de que se citen dos o más obras por diferentes autores(as) en una misma referencia, se escriben los apellidos y respectivos años de publicación separados por un punto y coma dentro de un mismo paréntesis. Ejemplo:

En varias investigaciones (Ayala et al., 1984; Conde, 1986; López y Muñoz, 1994) concluyeron que...

Referencias

No deberán incluirse en Referencias citas bibliográficas no mencionadas específicamente en el texto del trabajo. La elaboración de la lista debe cumplir la siguiente norma:

Elementos de referencia de un libro completo

AUTOR (año de publicación). *Título del libro*. Editor, lugar de publicación. Ejemplo:
LUENBERGER, D. (1989). *Programación lineal y no lineal*. Addison-Wesley, México.

Para un artículo o capítulo dentro de un libro editado

AUTOR (año de publicación). Título del artículo o capítulo. En *Título de la obra*. Editor, lugar de publicación. Ejemplo:

HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. (1998). Recolección de los datos. En *Metodología de la investigación* (233-339). McGraw-Hill, México.

Artículo de revista científica

AUTOR (año de publicación) Título del artículo. Título de la revista y volumen (número de la edición), números de páginas. Ejemplo:

1. Artículo de revista, un autor

BEKERIAN, D. A. (1992) "Un estudio sobre movimiento ondulatorio". *Revista Americana de Física* 48, 574-576.

2. Artículo de revista, tres a cinco autores

BORMAN, W. C.; HANSON, M. A.; OPPLER, S. H.; PULAKOS, E. D.; WHITE, L. A. (1993). "Role of early supervisory experience in supervisor performance". *Journal of Applied Administration* 78, 443-449.

Ejemplos de referencias a documentos electrónicos

Documento en línea

HERNÁNDEZ, M. E. (2008) Energía eólica y sustentabilidad, [en línea]. Argentina: Universidad de Buenos Aires. Disponible en:

<http://cenamb.rect.uba.ar/siamaz/dicciona/nahuelhuapi/huapi.htm> [Última fecha de acceso: 3 de junio de 2008].

Documento en línea, con responsable

ORGANISMO AUTÓNOMO DE MUSEOS Y CENTROS (2002). *Museo de la Ciencia y el Cosmos*, [en línea]. Tenerife: Trujillo, W. M. Disponible en: <http://www.mcc.rcanaria.es> [Última fecha de acceso: 22 de diciembre de 2007].

Documento en línea, sin autor

Electronic reference formats recommended by the American Psychological Association (1999), [en línea]. Washington, DC: American Psychological Association. Disponible en: <http://www.apa.org/journals/webref.html> [Última fecha de acceso: 2 de febrero de 2009].

Artículo de diario en línea

DE BENITO, E. (2000, 5 de junio). Bariloche es la primera región de Sudamérica que planifica un desarrollo ecológico y sostenible. *Página 12* [en línea], N° 494. Disponible en:

<http://www.pagina12.ar/p/d/20000605/sociedad/bariloche.htm> [Última fecha de acceso, 5 de junio de 2003].

Tablas y figuras

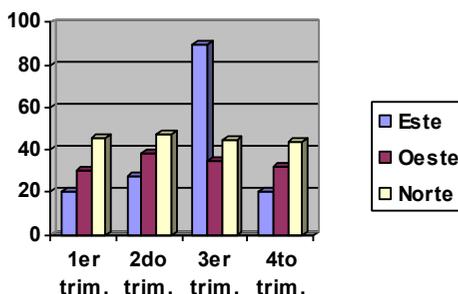
Toda tabla, cuadro o figura debe estar referida y explicada en el texto (Por ejemplo: "Ver Figura 1") aunque sus leyendas tienen que ser lo suficientemente explícitas como para permitir su comprensión independiente. Toda vez que sea posible, se recomienda usar gráficos cuando haya más de 10 datos, para dar un panorama general, presentar patrones visuales, permitir que los datos guíen la presentación y evitar la saturación.

Tablas y Figuras (o gráficos): se incluirán en el lugar más cercano a su referencia, con números arábigos consecutivos y acompañadas con un título auto-explicativo siguiendo los próximos ejemplos según corresponda.

Tabla 1. Ejemplo de formato para tabla y título (nótese que la fuente del título es 11)

	1er trim.	2do trim.	3er trim.	4to trim.
Este	20,4	27,4	90	20,4
Oeste	30,6	38,6	34,6	31,6
Norte	45,9	46,9	45	43,9

No deben enviarse tablas con formato de imágenes

**Figura 1. Ejemplo de ubicación de la figura y su leyenda explicativa (nótese que la fuente de la leyenda es 11)**

Imágenes, gráficos o dibujos deben ser clasificados como Figuras. Las imágenes fotográficas deberán estar al tamaño 1.1 a 300 ppi, en formato jpg. Los gráficos o dibujos se presentarán, preferentemente, en vectores (formato .cdr o .ai); en el caso de estar presentados en forma de mapa de bits su resolución en 1.1 deberá ser mayor a 800 ppi. No podrán reproducirse figuras en color.

Fórmulas matemáticas

Las fórmulas deberán conservar la fuente del texto (Arial narrow, normal) y presentarse en negrita. Deberá usarse un editor de ecuaciones para su elaboración. No deben enviarse figuras con formato de imagen.

Recomendaciones generales

Se recomienda a los autores:

- Preservar la pureza y la claridad idiomática de sus textos, evitando el uso de vocablos de uso corriente en disciplinas particulares, pero no conocidos o con distinto significado en otros ámbitos.
- No emplear palabras derivadas de traducciones incorrectas o pertenecientes a otros idiomas, excepto cuando no existan equivalencias válidas en castellano, o se refieran a prácticas, metodologías o procesos conocidos por su denominación en la lengua original.
- Evitar el uso excesivo de mayúsculas cuando se haga mención sustantivos comunes, como por ejemplo elementos químicos o técnicas particulares.

Es conveniente, en todos los casos, efectuar una adecuada revisión ortográfica y de sintaxis de los textos antes de su envío.

Mecanismos de aceptación

Los trabajos serán revisados por reconocidos especialistas, designados por el Comité Editorial. El dictamen será, en cada caso: a) aprobado en su versión original; b) aprobado con pequeñas modificaciones; c) revisado, con necesidad de modificaciones significativas; d) rechazado. En los casos diferentes a su aprobación directa, los trabajos serán enviados a los autores. Cuando se

trate de cumplir con modificaciones sugeridas por los árbitros, los trabajos serán sometidos a una nueva evaluación.

El envío de una contribución supone que ésta no ha sido publicada previamente y, adicionalmente, la cesión de los derechos de publicación por parte de los autores. Cuando el trabajo ha sido ya presentado en una reunión científica (sin publicación de actas) o inspirado en una presentación de esta naturaleza, la correspondiente fuente debe ser mencionada.

Se terminó de imprimir en Septiembre de 2013
en Verlap Producciones Gráficas S.A.
Cte. Spurr 653 - Avellaneda
Provincia de Buenos Aires
Argentina