



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

MAGÍSTER EN GESTIÓN EMPRESARIAL

“Propuesta de un modelo de Carga Docente, para la optimización en asignación de recursos pedagógicos, en la gestión de calidad de la oferta académica. Un estudio en la carrera de Climatización del Área Mecánica de Inacap Santiago Sur.”

Indira Sánchez Gómez

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

2017

TITULO DE TESIS

“Propuesta de un modelo de Carga Docente, para la optimización en asignación de recursos pedagógicos, en la gestión de calidad de la oferta académica. Un estudio en la carrera de Climatización del Área Mecánica de Inacap Santiago Sur.”

AUTOR

INDIRA SÁNCHEZ GÓMEZ

TRABAJO DE TESIS, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:_____

Sr. Pablo Isla

Sr. Hugo Osorio

Sr. Francisco González

Santiago, Mayo 2017

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio, son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre.....

Firma.....

Fecha.....

.

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente un aspecto importante en la gestión académica de las Instituciones de Educación Superior, es la programación de horarios y asignación de salas de clases, para los cursos de cualquier programa de estudio, debido al impacto que tiene en el rendimiento académico de los alumnos, y por ende en la calidad de la Educación. Las alternativas de solución son variadas, tales como las técnicas de meta heurísticas, algoritmos genéticos, entre otros. Para este estudio, se presenta como mecanismo de solución al problema, un modelo de programación entera binaria el cual asigna salas de clases y bloques horarios para cada asignatura. Para ello se definió una función objetivo, que busca optimizar la asignación de recursos (salas de clases) y minimizar la presencia de horas “ventanas”, junto con restricciones y variables binarias, para evitar la asignación de una asignatura a más de un docente, en una misma sala, a una misma hora. Los resultados definieron un horario compacto, con 2 horas pedagógicas de “ventana”, con menor número de salas de clases (2) y tiempo de asignación (2 horas). En la evaluación comparativa de los resultados se emplearon indicadores relacionados con la función objetivo, las restricciones y el tiempo empleado, arrojando, mejores resultados que el sistema manual actual de asignación de horarios.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	8
ORIGEN Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO	10
OBJETIVOS.....	12
Objetivo General:	12
Objetivos Específicos:.....	12
ALCANCE DEL ESTUDIO	13
METODOLOGÍA DE TRABAJO	13
ESTADO DEL ARTE.....	16
Antecedentes (Marco Referencial Estado del Arte).....	16
INACAP y los procesos de Acreditación	18
Política de programación de INACAP para la carga académica de Docentes	20
Naturaleza del contrato	20
Procedimiento de carga académica	21
Necesidades o requerimientos de la Institución	22
Porcentajes de variación de carga académica semestral.....	23
Marco Teórico del Estado del Arte	25
Calidad y Gestión de Calidad en el contexto Educación	25
Factores asociados al rendimiento académico, en estudiantes de Educación Superior, desde el punto de vista de la calidad.	26
Cualidades, conocimientos y características del profesor de IES, para el desempeño de sus funciones.	29
Aseguramiento de Calidad de la Educación Superior en Chile (Acreditación).....	32
Acreditación Institucional	33
Efectos generales de la Acreditación Institucional.....	35
Efectos de la Acreditación Institucional a nivel de la Docencia de Pregrado	37
El actual Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (SINAC-ES) Chilena, en el contexto de la Reforma al Sistema.	37
Timetabling y Scheduling	39
Alternativas de solución	41
Investigación de Operaciones en la programación de horarios, en el área Educación	50
Modelos de optimización en base a programación.....	53
DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	57
Problema a estudiar	57

Descripción del proceso actual de programación de salas de clases	59
Propuesta de un modelo de programación lineal entera basado en patrones de salas de clases	61
Organización y representación de los datos de entrada.....	62
RESULTADOS	65
Evaluación de los resultados	67
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	76
Anexo N°1: Malla Curricular Carrera Climatización.	76
Anexo N°2: Solución en Método Solver, para para Programación Entera Binaria	77

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1.INTERACCIÓN ENTRE FACTORES ASOCIADOS AL RENDIMIENTO ACADÉMICO ..	27
ILUSTRACIÓN 2. PROCEDIMIENTO ASIGNACIÓN DE HORARIO Y CARGA DOCENTE, DE UN PROGRAMA DE ESTUDIO EN INACAP	60
ILUSTRACIÓN 3. ACTUAL ASIGNACIÓN DE HORARIO PARA EL II SEMESTRE DE LA CARRERA DE CLIMATIZACIÓN.	64
ILUSTRACIÓN 4. ASIGNACIÓN CARGA HORARIA, SEGÚN RESULTADOS DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN ENTERA BINARIA.	66

TABLA DE TABLAS

TABLA 1. VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA CARGA ACADÉMICA, SEGÚN SEMESTRE HOMÓLOGO ANTERIOR	24
TABLA 2. ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROFESOR IES, SEGÚN OPINIÓN ALUMNOS.	32
TABLA 3. TABLA COMPARATIVA DE INDICADORES ENTRE ACTUAL SISTEMA DE PROGRAMACIÓN HORARIA Y MODELO DE PROGRAMACIÓN ENTERA BINARIA.	68

INTRODUCCIÓN

Chile ha experimentado un proceso de masificación y diversificación de su sistema de educación superior al igual que la mayoría de los países del mundo. Se ha tratado de un proceso de transformación que no ha estado ajeno a importantes desajustes y donde ha sido preciso establecer políticas de regulación y enfrentar desafíos emergentes, entre ellos, el aseguramiento de la calidad, anteriormente dado por sentado en el medio nacional. En efecto Chile cuenta desde 1990 con un sistema de licenciamiento de instituciones de educación superior, que ha sido útil para regular la calidad y oferta de nuevas instituciones. (Lamaitre, 2003)

En este contexto, un aspecto importante en la gestión académica de las instituciones de educación superior orientada a la calidad, es la generación de horarios y asignación de las salas de clases para los distintos cursos que se realizan (Hernández, R., Miranda, J. *et al*, 2008). Así y con el desarrollo de sistemas de planeación de tiempo y agenda, la forma de enfrentar situaciones objetivas, ha exigido una mayor profundidad de análisis y conceptos, que permitan asumir funciones a un nivel de competencia (Ramírez, D., 2006). Derivados de este proceso, surgen ideas y términos como la investigación de operaciones y todo lo que ella representa (Ramírez, D., 2006).

Actualmente, los problemas de programación de horarios en Universidades consisten en programar en un Horizonte de Planificación, las asignaturas que se dictan en un período Académico (año, trimestre o semestre), para las distintas asignaturas que las requieren, considerando profesores necesarios para cada

asignatura, grupos de alumnos, días o períodos disponibles, aulas requeridas, de manera de satisfacer un conjunto de condiciones o restricciones, relacionadas con la organización institucional (Saldaña, A. *et al.*, 2007). Así la literatura presenta numerosas variaciones del problema de programación de horarios, según los requerimientos específicos de cada institución, y en particular, más allá de las restricciones de topes (horarios profesores y uso de salas de clases), no hay otras condiciones que aparezcan, sin embargo existe una gran variedad de enfoques de solución para la generación de horarios y asignación de salas de clases (Hernández, R., Miranda, J. *et al.*, 2008), siendo algunos de ellos resueltos, mediante Programación Entera (Avella, P. y Vasil, I., 2005)

ORIGEN Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO

En todas las instituciones de educación superior, existe la necesidad de asignar y coordinar los recursos materiales y humanos, en beneficio de los estudiantes y de la comunidad académica en general; Inacap no es ajena a esta situación, aun considerando el crecimiento que ha mostrado en los últimos años, convirtiéndose en una de las instituciones de mayor presencia nacional, generando una mayor cantidad de docentes, estudiantes, grupos por asignatura, tanto de especialidad, como transversales, haciendo más costoso el tiempo para una idónea asignación de horarios y carga académica.

Así y, al igual que muchas otras instituciones dependiendo de la necesidad de carga académica, Inacap suscribe con el docente, un anexo de contrato de trabajo, mediante el cual se programa la actividad de sus clases, para dicho período, acordando la carga semanal (horas de clases) que regirá para dicho semestre y su remuneración. (Reglamento Académico Inacap)

En coherencia con esto, cada docente, en cada semestre, debe informar su disponibilidad horaria y la o las asignaturas a impartir. En base a la información entregada, el Director de Carrera, apoyada por la Unidad de Gestión Docente, efectuará una programación Académica Inicial, determinando asignaturas, horarios, jornadas (diurna o vespertina). (Reglamento Académico Inacap). Esta programación, se realiza, manualmente procedimiento común y transversal a otras instituciones de educación superior (Hernández, R., Miranda, J. et al, 2008)

Ahora bien la carga académica es esencialmente variable de un semestre a otro, toda vez que por diversas razones, esta debe adecuarse conforme a factores como (Reglamento Académico INACAP)

1. Matrícula de alumnos nuevos y antiguos.
2. Carga Académica por área: Mecánica, Procesos Industriales, Agroindustrial y Agropecuaria y Telecomunicaciones, Conectividad y Redes.
3. Disponibilidad horaria Docentes: Horas disponibles en que el profesor puede realizar la función de docencia.
4. Perfil académico del docente: Preferencia de la asignación académica del profesor, según su especialidad.
5. Número de Programas de Estudio: Cantidad de especialidades que se imparten por área.
6. Número de Secciones por asignatura: Algunas asignaturas, son impartidas, por más de un docente.
7. Infraestructura: Cantidad de salas, disponibles en capacidad y número, para la actividad docente.

Todos estos factores, determinan un porcentaje de variación, en el número de asignaturas a asignar a un docente, generando problemas de gestión académica en la generación de horarios y asignación de salas de clases. (Hernández, R., Miranda, J. et al, 2008)

Es necesario entonces, un sistema que sea capaz de asignar la carga académica, unificando las distintas áreas, y que acompañe necesidades y las resuelva como disponibilidad docente, administración y organización de aulas, entre otras.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Proponer un modelo de carga docente, para la optimización en asignación de recursos pedagógicos, para la gestión de la calidad en la oferta académica, en un programa de estudio del área mecánica de Inacap Santiago Sur.

Objetivos Específicos:

1. Identificar el mecanismo de carga académica y las variables, que actualmente en INACAP, se consideran en la implementación y asignación de recursos pedagógicos.
2. Determinar la importancia de la asignación de carga académica y recursos pedagógicos como factor asociado al desempeño de sus funciones y a la calidad de la educación superior.
3. Conocer los modelos de optimización y las restricciones a considerar en la planificación de carga académica, según la definición de conjuntos y variables.
4. Proponer un modelo de carga docente, que favorezca la continuidad horaria de las asignaturas, según los requerimientos de ésta y la gestión de calidad de la oferta académica.
5. Evaluar los resultados de implementación del modelo, en comparación, con el actual mecanismo de carga académica, en términos de Indicadores.

ALCANCE DEL ESTUDIO

Inacap Santiago Sur, ubicada en la Región Metropolitana, comuna de Macul, cuenta con 9000 alumnos y 430 docentes, constituyéndose, en la más grande de Chile. Como parte de la tradición de Inacap y constituida como una de las áreas fundacionales de ésta institución, se encuentra el Área Mecánica, actualmente consolidada principalmente en Santiago Sur, con un total de 1300 alumnos, distribuidos en un total de 9 programas de estudio, agrupados en sub áreas, tales como: Refrigeración, Climatización, Mecánica Automotriz en Sistemas Electrónicos, Mantenimiento Industrial y Mecánica en Producción Industrial.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Tipo de Investigación

La presente investigación en su contexto general es no experimental. Este tipo de investigación según Kerlinger (1983) es aquella donde “el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos o porque son intrínsecamente manipulables”.

Recolección de la información

La información para la construcción del Marco Teórico de la presente investigación tuvo origen en la revisión bibliográfica. Esta tuvo como propósito sustentar el estudio realizado desde una perspectiva documental, la cual constituye un tipo de material cuya finalidad es obtener datos e información a partir de documentos escritos.

La revisión Bibliográfica es un estudio que pretende dar solución a una interrogante, mediante una investigación donde se recogen datos que tengan relación con la investigación, pero que sean previos, para posteriormente analizarlos y poder concluir con una respuesta. “Esta revisión debe ser selectiva puesto que diariamente se publican en el mundo miles de artículos que obligan a seleccionar sólo los más importantes y recientes”. (Ramos, M. 2003).

La información contenida en los resultados de la investigación provino de documentos oficiales de la institución, documentos de la Red, y relacionados directamente con el tema o afines, de los cuales se menciona su referencia.

Diseño de la Investigación

Diseño "Es un conjunto de decisiones, pasos y actividades que no se deben dejar de realizar para llevar a cabo el proceso completo de la investigación en una dimensión metodológica". (Hurtado de B., J. 1998).

Revisión y Construcción del marco de antecedentes

En la primera etapa se realizó la revisión bibliográfica, correspondientes a antecedentes relevantes que dan sustento a las objetivos de la investigación.

Construcción del modelo y obtención de resultados

En este apartado se desarrolló la propuesta de un modelo de carga docente, considerando las restricciones y parámetros, junto con la evaluación de éste, según los recursos pedagógicos disponibles. Al mismo tiempo con definición de justificación del tema planteado, y propuesta de solución a la investigación planteada, de acuerdo con la metodología definida, previamente. La conclusión en esta etapa, se obtuvo, analizando los resultados de implementación del modelo, y

comparando, en términos de KPI, con la actual forma de programación académica.

Redacción y Ordenamiento

Posterior a ello, se llevó a cabo el orden y redacción del trabajo general, con la finalidad de coordinar de modo eficiente todos los puntos propuestos al inicio de la preparación de la tesis y con ello lograr una fácil comprensión de ella.

Conclusión

Una vez que la tesis estuvo acorde a lo planteado con anterioridad y en base a los resultados obtenidos, se procedió a la formulación de conclusiones generales, tanto cualitativas, como cuantitativas, verificando el cumplimiento (según prioridad) de los objetivos específicos, generales y respuesta a la problemática.

ESTADO DEL ARTE

Antecedentes (Marco Referencial Estado del Arte)

Inacap: Institución de Educación Superior de mayor presencia en Chile.

El Instituto Profesional INACAP (en adelante el Instituto o la Institución), remonta su origen a 1960 cuando el Servicio de Cooperación Técnica organizó su Departamento de Formación Profesional con el objetivo de elevar la calificación de los trabajadores de Chile. Seis años más tarde, el Decreto Supremo N° 2.541 del 21 de octubre de 1966 concedió la personalidad jurídica al Instituto Nacional de Capacitación Profesional INACAP (Corporación INACAP), convirtiéndose así en una corporación de derecho privado sin fines de lucro, con la expresa misión de formar y capacitar a los trabajadores de Chile.

Entre 1966 y 1976 el trabajo educacional de INACAP se focalizó en la oferta de cursos de corta duración dirigidos principalmente a trabajadores del área agrícola, minera, mecánica y de electricidad. En 1977 la Corporación INACAP fue reconocida por el Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) como Organismo Técnico de Capacitación (OTEC), y en 1978 pasó a formar parte de los organismos cooperadores de la función educacional del Estado por disposición del Ministerio de Educación. Posteriormente, el Ministerio de Educación mediante el DFL N° 1 de 1980 y los DFL N°5 y N°24 de 1981, facultó a las instituciones educacionales para constituirse como Centros de Formación Técnica, Institutos Profesionales y Universidades. En 1981, la Corporación INACAP se inscribió en los registros del Ministerio de Educación como Instituto Profesional,

constituyéndose en el primero con autorización para funcionar como tal en el país, según el Decreto Exento N° 290 del Ministerio de Educación del 10 de diciembre de 1981. En 1990, la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza N°18.962 (LOCE) estableció que las entidades que crearan Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica *“no podrán tener otro objeto que la creación, organización y mantención de un instituto profesional o de un centro de formación técnica”*. La Corporación INACAP no cumplía con el requisito de tener objeto exclusivo, por lo que creó la actual persona jurídica organizadora del Instituto Profesional INACAP, que pasó a ser la continuadora de las actividades académicas de la Corporación INACAP hasta esa fecha. La persona jurídica organizadora del Instituto Profesional INACAP es una sociedad en comandita civil por acciones. Actualmente, esta sociedad está conformada por dos entidades gestoras a las que corresponde la administración del Instituto Profesional: la Corporación Instituto Nacional de Capacitación INACAP y la Universidad Tecnológica de Chile INACAP. Dicha administración es ejercida por las entidades gestoras mediante sus respectivos órganos de administración: el Consejo Directivo y el Directorio, respectivamente. En atención a que esta nueva persona jurídica del Instituto daría continuidad a la actividad académica desarrollada por la Corporación INACAP como Instituto Profesional, y reconociendo la vasta experiencia de esta última, el Ministerio de Educación otorgó al Instituto Profesional INACAP su autonomía en 1995, constituyéndolo en el primer instituto autónomo de Chile. De este modo, en 2004 el Instituto Profesional INACAP alcanzó un nivel de madurez y consolidación institucional ampliamente reconocido y validado en el país.

En agosto de 2005, la Corporación INACAP se incorporó a la actividad universitaria a través de la actual Universidad Tecnológica de Chile INACAP. Posteriormente, en 2007, el Instituto Profesional conformó junto con la Corporación INACAP, la Universidad Tecnológica de Chile NACAP y el Centro de Formación Técnica INACAP, el Sistema Integrado de Educación Superior INACAP, sistema de Educación Superior único en el país, con 26 sedes de Arica a Punta Arenas, con más de 123 mil alumnos (cifras 2015), y más de 4000 docentes. (Informe Autoevaluación UTCI, 2016).

INACAP y los procesos de Acreditación

Al igual que muchas otras organizaciones de diferente carácter, y gran magnitud, INACAP, ha participado de manera activa y voluntaria en los procesos de acreditación de sus instituciones, ya que permite el acceso a ciertos beneficios de fondos públicos (González, 2005) desde los inicios del actual sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, formalmente creado con la entrada en vigencia de la Ley N°20129 en el 2006.

Así entre los años 2004 y 2010, el INACAP experimentó una importante evolución y transformación. Dicha etapa estuvo marcada por dos hitos importantes en la historia institucional: la decisión de la Corporación INACAP de incorporarse a la actividad universitaria y la acreditación del Instituto ante la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile), por un período de seis años en las áreas obligatorias de gestión institucional y docencia de pregrado y la opcional de vinculación con el medio, constituyéndose en el único instituto profesional en el país en tener

acreditada dicha área opcional.

Igualmente pero en relación con las carreras, INACAP, se ha propuesto ampliar su participación en los procesos de acreditación de programas de estudio, y así contar con una verificación externa de los estándares de calidad definidos para cada uno de ellos. En este contexto, y como parte del proceso de acreditación, las instituciones a nivel del aseguramiento de calidad de carrera (en adelante unidad) se evalúan en relación con los Recursos Enseñanza-Aprendizaje, ya mencionado anteriormente (INQAAHE, 2009), con un ítem relevante dentro de este criterio de evaluación, referido a que la unidad debe contar con mecanismos apropiados para asegurar una dotación docente con dedicación y calificaciones que le permitan cubrir el conjunto de funciones definidas en sus propósitos, con criterios claros y conocidos para la selección, contratación, perfeccionamiento, evaluación y promoción de su personal docente, administrativo y técnico de apoyo, suficiente en número y dedicación horaria, debidamente calificado para cumplir las funciones propias que exige un desempeño eficiente. (CNA, 2016)

Este aspecto reviste especial importancia, por la actual tendencia de las IES, a entregar programas profesionales orientados al mercado de trabajo a estudiantes adultos o de tiempo parcial, con una mezcla de docentes contratados por media jornada o jornada completa (pocos) o por hora (la mayoría), que llegan a ser más bien profesionales que quieren compartir su experiencia y su conocimiento con estudiantes, ofreciendo uno o más cursos en múltiples instituciones, con la consecuente necesidad de trasladarse de una a otra para ejercer esta *profesión*, lo que los ha calificado como *profesores taxis*. (Lemaitre, 2011)

Política de programación de INACAP para la carga académica de Docentes

Inacap, a través de su unidad académica gestora, correspondiente a la Universidad Tecnológica de Chile, cuenta con un procedimiento de asignación de carga académica, definido en la Circular N°8 del gestor documental que programa y determina la carga académica semestral variable, según la naturaleza del contrato de trabajo de los docentes, el procedimiento de programación de carga académica, y las necesidades o requerimiento de la institución.

Naturaleza del contrato

Los Docentes son contratados por un contrato de trabajo, de plazo indefinido, con una jornada de trabajo semanal de a lo menos 4 horas, y una remuneración mensual. La jornada de trabajo de 4 horas semanales es aproximadamente el equivalente a una asignatura semestral.

Dependiendo de la necesidad de carga académica del semestre, INACAP suscribe con el docente un anexo de contrato de trabajo, mediante el cual se programa la actividad de sus clases para dicho período, acordando la carga académica semanal que regirá para dicho semestre y su remuneración. Terminado el semestre, termina el anexo de contrato de trabajo. Las partes pueden volver a suscribir un nuevo anexo semestral, acordando la carga académica para el siguiente semestre, en que se acuerda la nueva carga académica del docente para dicho período y su remuneración.

La variabilidad de la carga académica se ha estipulado como condición esencial de los contratos de trabajo. La carga académica es esencialmente variable de un

semestre a otro, toda vez que, por diversas razones, ésta debe adecuarse conforme a variables, tales como, matrícula, programación académica de asignaturas que se imparten en un semestre y en otros no, número de secciones que se programan, adecuaciones académicas a los planes de estudios o asignaturas, entre otros. Los alumnos contratan con INACAP sus servicios en forma semestral, no en forma anual, por lo tanto, el número de alumnos al que debe impartirse docencia varía de un semestre a otro.

De acuerdo a la legislación laboral, la jornada de trabajo tiene un máximo de 45 horas cronológicas semanales. De esta forma, la máxima jornada de trabajo de un docente no puede exceder este límite, incluyendo sus labores docentes, las actividades complementarias o de apoyo académico y/o de relatoría que se contraten mediante lo que se denomina Otros Haberes.

Procedimiento de carga académica

En esta etapa del proceso, cada docente, en cada semestre, deberá informar su disponibilidad horaria y la o las asignaturas que ofrece impartir en el semestre siguiente, a través del sistema dispuesto en la Intranet Académica.

El plazo para entregar esta información, será definido por cada sede, teniendo como fecha máxima hasta la tercera semana del mes de Mayo, para el semestre primavera siguiente, y, hasta la tercera semana del mes de Octubre para el semestre otoño del año siguiente. Vencidos estos plazos, se le enviará un mail al Docente que contendrá la información ingresada por él en el sistema, a objeto que pueda verificarla.

En base a la información entregada por cada Docente, la disponibilidad horaria, y la o las asignaturas que ofrecen impartir en el semestre siguiente, y, a los antecedentes y necesidades académicas existentes a esa fecha, los Directores de Carrera, apoyados por la unidad de Gestión Docente, efectuarán una Programación Académica Semestral Inicial, determinando las asignaturas, secciones y sus horarios, en jornadas diurnas y vespertinas.

Necesidades o requerimientos de la Institución

La variabilidad de la carga académica se ha estipulado como condición esencial de los contratos de trabajo, como consecuencia de la naturaleza de los programas de estudio y de la organización de las asignaturas que los componen, por lo que esta carga académica podrá modificarse de un semestre a otro, aumentando o disminuyendo, en los porcentajes que se señalan a continuación, en base a las siguientes consideraciones

Programa de estudio: INACAP se encuentra permanentemente revisando los programas y planes de estudio en función de los cambios en los perfiles de egreso de los alumnos y, cuando así se requiere, realiza las actualizaciones, modificaciones y adecuaciones necesarias para asegurar la vigencia de los mismos. Estas modificaciones pueden significar el cierre de un programa de estudio, modificar un plan de estudio, agregar o disminuir una o más asignaturas, modificar el contenido de las mismas, el perfil del Docente que deba impartirlas, entre otros aspectos académicos.

Evaluaciones: Semestralmente se aplican una serie de mediciones o evaluaciones

al quehacer académico de los Docentes.

Matrícula. INACAP semestralmente suscribe contratos de prestaciones de servicios educacionales con sus alumnos, no contrata en forma anual, por lo que el número de alumnos que se matricula cada semestre es esencialmente variable.

Otras variables de carácter objetivo. Tales como, sin que la enumeración sea taxativa, la disponibilidad horaria informada por el Docente, fuerza mayor o caso fortuito y toda otra de carácter objetivo relacionada con la programación o planificación académica de la sede respectiva.

Porcentajes de variación de carga académica semestral

Para efectuar el cálculo de variación de la Carga Académica Semestral de un Docente, se deberán tomar en consideración los siguientes aspectos.

- La disponibilidad horaria y la (s) asignatura (s) que el Docente ofrece impartir durante el semestre respectivo.
- La base de cálculo para determinar la variabilidad será entre semestres homólogos, es decir, otoño será comparado con otoño y primavera con primavera.
- La carga académica podrá variar en los porcentajes que sean necesarios, sin las limitaciones que se señalan en el cuadro siguiente, cuando la variación tenga su causa en el cierre de un programa o plan de estudios y/o en modificaciones introducidas al programa de estudio, al plan de estudio o a la asignatura, y ello tenga como consecuencia que se eliminen o agreguen una o más asignaturas de la planificación académica, se modifique el contenido de las mismas, o se cambie el perfil del Docente que deba impartirlas.

Considerando los aspectos anteriores, la Carga Académica Semestral, podrá aumentar o disminuir, en relación a su semestre homólogo inmediatamente anterior, de acuerdo a los siguientes porcentajes (Tabla 1).

Carga Académica Semestral Semestre homólogo inmediatamente anterior	Variación (Aumento o disminución) Porcentual para el semestre respectivo
Más de 100 y menor o igual a 400 horas pedagógicas	hasta un 50%
Más de 400 y menor o igual a 600 horas pedagógicas	hasta un 40%
Más de 600 horas pedagógicas	hasta un 30%

Tabla 1. Variación porcentual de la carga académica, según semestre homólogo anterior

Surge así, un aspecto importante en la gestión académica de las instituciones de la educación superior, correspondiente a la generación de horarios y asignación de salas de clases para los distintos cursos que se realizan (Hernández, R., Miranda, J. et al, 2008). Así y con el desarrollo de sistemas de planeación de tiempo y agenda, la forma de enfrentar situaciones objetivas, ha exigido una mayor profundidad de análisis y conceptos, que permitan asumir funciones a un nivel de competencia (Ramírez, D., 2006). Derivados de este proceso, surgen ideas y términos como la investigación de operaciones y todo lo que ella representa (Ramírez, D., 2006).

Marco Teórico del Estado del Arte

Calidad y Gestión de Calidad en el contexto Educación

El término calidad de la educación, se entiende fácilmente por la mayoría de las personas, sin embargo, pocos saben expresar lo que es (Valdés, 2005). Históricamente el concepto de calidad se originó en el campo empresarial e inicialmente se empleaba para referirse a ciertas características de un producto industrial, que luego procedió a utilizarse en referencia a otro tipo de producto, el así llamado producto educativo. , el cual suele ser representado por la suma de los conocimientos adquiridos por un estudiante, un material instruccional, un egresado universitario o una nueva carrera, entre muchos otros. (Bondarenko, 2007)

Así las opiniones acerca de la calidad de la educación varían desde las simplificaciones excesivas, como la definición dada por Mayhew, Ford y Hubbard (1990) según la cual “la educación superior de calidad consiste en preparar a los estudiantes por medio del uso de palabras, números y conceptos abstractos para entender, resolver e influenciar positivamente el ambiente en el cual se encuentran”.

Bajo estas ideas suelen estar los conceptos de la ideología de eficiencia social que considera al docente poco menos que como un obrero de línea que emplea paquetes instruccionales, cuyos objetivos, actividades y materiales le llegan prefabricados, y en el cual la “calidad” se mide por fenómenos casi aislados, que se recogen en el producto final. (Aguerrondo, 1993)

Por ello se hace necesario, disponer de un marco de referencia que, a modo de paradigma, sirva de guía y permita anticiparse al futuro y administrar los cambios, con el fin de hacer de ellos oportunidades de mejora. La Gestión de Calidad constituye un referente adecuado para promover la mejora continua de las instituciones de Educación Superior, pero además, comporta un procedimiento fundamental que se aproxima a ese modo de hacer típico de la ciencia moderna, con procedimientos de autocorrección, basado en informaciones empíricas medibles, y compartida por la metodología científica y el ciclo de *Deming*. (López, 1994)

Factores asociados al rendimiento académico, en estudiantes de Educación Superior, desde el punto de vista de la calidad.

El rendimiento académico de los estudiantes universitarios constituye un factor imprescindible y fundamental para la valoración de la calidad educativa en la enseñanza superior. El rendimiento académico es la suma de diferentes y complejos factores que actúan en la persona que aprende, y ha sido definido con un valor atribuido al logro del estudiante en las tareas académicas. Se mide mediante las calificaciones obtenidas, con una valoración cuantitativa, cuyos resultados muestran las materias ganadas o perdidas, la deserción y el grado de éxito académico. (Pérez, R., 2000 y Vélez Van, R., 2005).

Conocer los diferentes factores que inciden en el rendimiento académico en el campo de la educación superior de una manera más integral, permite obtener resultados tanto cualitativos como cuantitativos para propiciar un

enfoque más completo en la toma de decisiones para mejorar los niveles de pertinencia, equidad y calidad educativa. (Garbanzo, 2007)

Para Garbanzo (2007), el rendimiento académico, por ser multicausal, envuelve una enorme capacidad explicativa de los distintos factores y espacios temporales que intervienen en el proceso de aprendizaje. Estos pueden ser de orden social, cognitivo y emocional, que se clasifican en tres categorías: determinantes personales, determinantes sociales y determinantes institucionales, que presentan subcategorías o indicadores, cuya interacción analítica y causal repercuten en la calidad educativa que se aspira (ilustración 1)

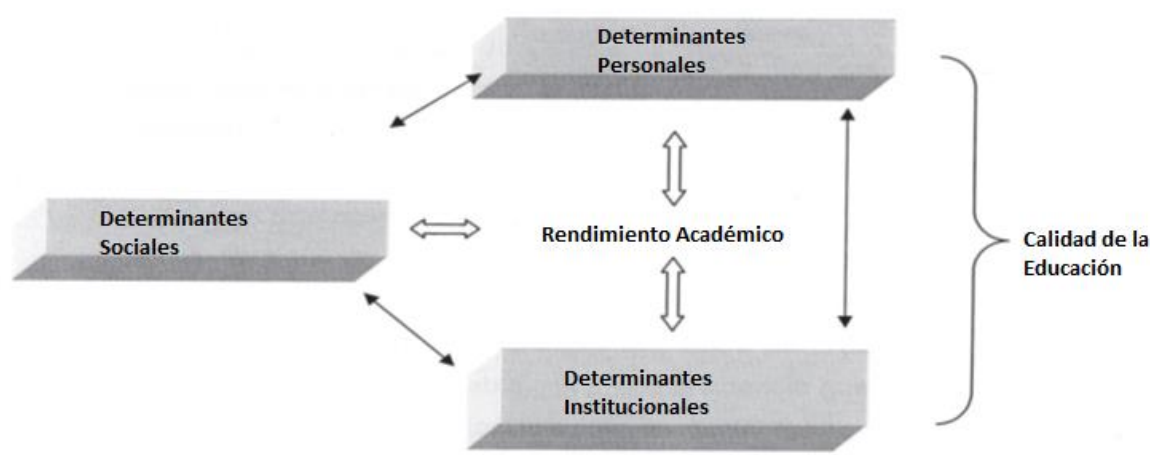


Ilustración 1. Interacción entre factores asociados al rendimiento académico

Determinantes personales

Aquí se incluyen todos aquellos factores de índole personal, cuyas interrelaciones se pueden producir en función de variables subjetivas, sociales e institucionales.

Algunos de los factores asociados a estas determinantes son, la competencia cognitiva, motivación, auto concepto académico, inteligencia, aptitudes, género, formación académica previa a la Universidad, notas de acceso a la IES, etc.

Determinantes sociales

Son aquellos factores asociados al rendimiento académico de índole social que interactúan con la vida académica del estudiante, cuyas interrelaciones se pueden producir entre sí y entre variables personales e institucionales. Se destacan en este grupo, las diferencias sociales, el entorno familiar, el nivel educativo de los progenitores, el nivel educativo de la madre, contexto socioeconómico y variables demográficas.

Determinantes Institucionales

Esta categoría definida por Carrión (2002), como componentes no personales que intervienen en el proceso educativo, donde al interactuar con componentes personales influyen en el rendimiento académico alcanzado, dentro de estos se encuentran: metodologías docentes, horarios de las distintas materias, cantidad de alumnos por profesor, dificultad de las distintas materias entre otros que seguidamente se abordarán en forma individual. Los elementos que actúan en esta categoría son de orden institucional, es decir condiciones, normas, requisitos de ingreso, requisitos entre materias, entre otros factores que rigen en la institución educativa.

Entre los factores asociados a este grupo están la elección de los estudios, según el interés del estudiante, complejidad en los estudios, condición institucional,

servicios institucional de apoyo, ambiente estudiantil, relación estudiante-profesor y pruebas específicas de ingreso a la carrera.

Ahora bien y por el alcance del tema en investigación, resulta importante destacar la influencia de la condición institucional, ya que de acuerdo a un estudio realizado por Montero y Villalobos (2004) sobre el rendimiento académico en estudiantes universitarios en la Universidad de Costa Rica, se advirtió que los factores pedagógicos e institucionales, por ser fácilmente controlados por la institución educativa, son de gran importancia, para la toma de decisiones. Así en los aspectos pedagógicos están las metodologías docentes y métodos de evaluación y en los institucionales, el número de grupo, procedimientos de ingreso a carrera y horario de las asignaturas.

Cualidades, conocimientos y características del profesor de IES, para el desempeño de sus funciones.

Históricamente la función del profesor ha sido la de actuar como depositario y transmisor de conocimientos, hoy en día puede decirse que tal función ha cambiado de matiz. Su misión ahora es la de facilitarle al estudiante el acceso al conocimiento, ayudándole, al mismo tiempo, a desarrollar su capacidad de comprensión y reflexión, y fomentando en él capacidades y habilidades que, de forma conjunta, le permitan ocupar un puesto en el mercado laboral. (Sanz *et al*, 2014)

Así Marcelo, (1992), destaca como las principales funciones del docente de IES, aquellas relativas a la docencia, investigación y gestión. Sin embargo, el peso e

importancia que cada una de ellas asume no es equitativo ya que, en función del colectivo interesado se dará más importancia a una u otra. Así, para los estudiantes, el profesor universitario es un mero transmisor de conocimientos ignorando las otras dos funciones. Para el colectivo docente, la función investigadora y la docente son inseparables e interdependientes y, por ello, son a las que más esfuerzo y tiempo dedican. A estas dos importantes tareas hay que añadir las de gestión. Participar de manera activa en los distintos órganos propios de la Universidad, constituye la tarea básica para desempeñar adecuadamente esta función. Todos los profesores universitarios la realizan, en mayor o menor medida, al implicarse en el funcionamiento de su Centro, Departamento, área de conocimiento o cualquier otro órgano de la Universidad, colaborando en el cumplimiento de sus respectivos objetivos. La necesidad de que los profesores asuman estas tareas es clara y su repercusión en la labor docente e investigadora de los mismos evidente. Sin embargo, las tareas de gestión se han entendido, en muchas ocasiones, como una carga para el profesor, ya que resta tiempo para el desarrollo de las otras funciones antes mencionadas, olvidando la importancia que estas tareas de gestión tienen para el buen funcionamiento de la institución universitaria. (Sanz *et al*, 2014).

De acuerdo con esto, distintos autores, rescatan varias cualidades, conocimientos y características del docente de IES, importantes para el desempeño de sus funciones, y que determinan el éxito en la enseñanza (Lang, 1986) tales como una adecuada formación (De la Cruz, (1994), conocimiento cultural y sobre sí mismo (Gairín, 2003), dominio, entusiasmo y convicción por el ejercicio de la enseñanza.

Resulta difícil señalar cuál o cuáles de las características analizadas juegan un papel más importante y, seguramente, lo fundamental sea el logro de una coherencia adecuada entre todas ellas. Así, Lumsden (1974) obtuvo como características más relevantes para los estudiantes: la claridad en la exposición, el entusiasmo y el respeto por la opinión de los alumnos. Por su parte, Carmona y Carrasco (1998) obtuvieron como cualidades más apreciadas por los alumnos la claridad expositiva, la capacidad para combinar aspectos teóricos y prácticos, la dedicación, y los conocimientos y amenidad. Finalmente, Mallado y Pérez (1995) obtuvieron como aspectos más valorados de un profesor universitario: la planificación diaria de sus clases, la metodología empleada, expresión clara y precisa, motivación del alumno con la materia, y los conocimientos del docente, especialmente los prácticos. Entre los aspectos menos valorados aparecieron las características personales y la categoría profesional del profesor.

En este mismo contexto, algunos autores analizando la opinión de los alumnos (Tabla 2), han comprobado que la actuación del profesor es considerada por éstos como un aspecto fundamental para explicar su grado de satisfacción, con la docencia recibida en la Universidad (Rodríguez *et al*, 1995). En la Tabla 2, se muestra algunas de las conclusiones, más relevantes de los principales trabajos que analizan las características del docente universitario, según la perspectiva del alumno

Wotruba y Wright (1975)	Marsch (1987)
. Actitudes favorables hacia los estudiantes	. Interés y relevancia del contenido
. Dominio de la materia	. Carga docente
. Habilidades de comunicación	. Organización del contenido
. Motivación a los estudiantes a pensar por sí mismos	. Explicación clara
. Imparcialidad en exámenes y calificaciones	. Entusiasmo
. Entusiasmo por su asignatura	. Apertura
. Buena organización de la asignatura y del curso	. Empatía
. Buena oratoria	. Exigencia adecuada
. Gusto por la experimentación y flexibilidad	

Tabla 2. Algunas de las características del profesor IES, según opinión alumnos.

De lo anterior, se infiere que la función que el profesor asume, es dinámica y debe adaptarse a los cambios del sistema (Luzón *et al*, 2009). En palabras de Arbizu (1994), “el profesor universitario cumple un rol, el que tradicionalmente le ha sido asignado, pero hoy en día, la sociedad demanda una serie de nuevos papeles, que configuran el nuevo rol del profesor”, de ahí la importancia de una asignación racional de las labores docentes, inclusión en el diseño de políticas universitarias y actividades alternas de bienestar y ocio que mejoren su calidad de vida laboral. (Ferrel, 2010)

Aseguramiento de Calidad de la Educación Superior en Chile (Acreditación)

El aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, que se aplica ampliamente en diversos países del mundo, en Chile se conoce comúnmente, como Acreditación. Este mecanismo tiene por propósito verificar, a través de un proceso de autoevaluación con validación externa, el cumplimiento de estándares de calidad definidos para programas e instituciones de educación superior. La acreditación produce una decisión binaria (acredita/no acredita) que, en el caso chileno, se acompaña de gradaciones en los resultados (años en que la

acreditación tiene vigencia). La acreditación en nuestro país se lleva a cabo por la Comisión Nacional de Acreditación, tanto para instituciones como programas.

La acreditación en Chile comienza a desarrollarse con la creación, en 1999, de la Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado, CNAP y la Comisión Nacional de Acreditación de Postgrado, CONAP. Ambos diseñaron e instalaron los procesos de acreditación en el país, contribuyendo, al mismo tiempo, con la expansión y legitimidad del sistema y posicionándose como líderes a nivel regional en la instalación de mecanismos de aseguramiento de la calidad.

Posteriormente y a partir de la Ley N°20129 de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, promulgada en octubre del año 2006 por la Presidenta de la República y publicada en el Diario Oficial en noviembre del mismo año.

Acreditación Institucional

La Acreditación Institucional, se define como una Auditoría Académica de carácter formativo que busca la generación de Mecanismos de Gestión y Aseguramiento de la Calidad dentro de las Instituciones de Educación Superior (IES). Así los actuales procesos de Acreditación Institucional comenzaron a desarrollarse en 2003, por parte de la CNAP y participan voluntariamente en estos procesos las instituciones de educación superior autónomas del país. El foco de la acreditación institucional está en el cumplimiento de la misión institucional y en la aplicación de términos de referencia en las áreas mínimas de Gestión Institucional y Docencia de Pregrado, y las áreas electivas de Investigación, Docencia de Postgrado y Vinculación con el Medio.

Los resultados de la acreditación institucional se expresan como una decisión binaria, con gradaciones de 1 a 7 años en la vigencia de la acreditación, de acuerdo al cumplimiento de los términos de referencia definidos.

La CNA ha continuado desarrollando los procesos de acreditación iniciados por la CNAP, en el marco de la Ley 20.129 y conservando los términos de referencia utilizados para evaluar las áreas mínimas de Gestión Institucional y Docencia de Pregrado, y las áreas electivas de Investigación, Docencia de Postgrado y Vinculación con el Medio.

En términos concretos, la Acreditación institucional tiene como objetivo lograr el avance de las instituciones en relación a la definición de sus políticas y mecanismos de aseguramiento de la calidad, consolidando una cultura de la evaluación y control de calidad, incorporando buenas prácticas en la gestión institucional y la docencia. Esto a partir de la instauración de sistemas de información, procesos de evaluación permanente, planificación de procesos, seguimiento de resultados y ajuste constante de sus actividades.

Considerando los 9 años de funcionamiento de la Comisión Nacional de Acreditación, actualmente existen 47 universidades acreditadas y 6 universidades no acreditadas. Existen 17 institutos profesionales acreditados y 16 no acreditados. Por último, 15 centros de formación técnica acreditados y 20 no acreditados. (CNA, 2016)

Efectos generales de la Acreditación Institucional

Uno de los efectos generales que se destaca de la Acreditación Institucional, es el posicionamiento que ha tenido en la opinión pública, ya que ha logrado instalarse como tema entre académicos, alumnos y beneficiarios. Si bien no se conoce en profundidad el concepto y alcance implícito, cada vez cobra más espacio en el diálogo entre la educación superior y la ciudadanía. (IPSOS, 2010)

Así también, se produce a nivel de la opinión pública un cambio en la percepción y la imagen que tienen de las universidades privadas, ya que la Acreditación actúa como un aval de la calidad generándose una suerte de homologación con las universidades tradicionales, ampliando las alternativas de elección para futuros estudiantes.(IPSOS, 2010)

Concretamente en el mundo de las IES, el principal y más importante efecto general de la Acreditación Institucional es generar procesos de auto reflexión a nivel de autoridades y de la mayor parte de la comunidad, que nutran un diagnóstico crítico frente al quehacer de sus propias instituciones. Estas reflexiones, en el mejor de los casos, se realizan bajo la perspectiva de entregar una mejor calidad de educación, logrando así relevar fortalezas y debilidades asociadas al funcionamiento real de las IES. (CNA, 2016)

Es importante señalar que, existen instituciones que se han sometido a Acreditación pensando en el beneficio económico que pueden obtener de ella, más que por un interés y una motivación asociados a la idea del mejoramiento continuo y la calidad de la educación. (IPSOS, 2010)

Por otra parte, algunas diferencias entre las Universidades, los de Centros Formación Técnica (CFT) y los Institutos Profesionales (IP) en relación a la Acreditación, radica en que para ellos, el hecho de que la mayoría de las Universidades hayan participado en el proceso de Acreditación, y no los CFT e IP, podría explicarse principalmente por la gran inversión económica y humana que implica realizar la Acreditación Institucional, situación que perjudicaría a este tipo de instituciones que generalmente cuentan con recursos más limitados.

Otro antecedente relevante de la realidad de los IP y CFT, se refiere al hecho de que las matriculas de este tipo de IES están concentradas casi en su totalidad en dos o tres instituciones, lo que significa que los otros actores son muy pequeños y no cuentan con herramientas o bien no se encuentran motivados a participar de procesos de acreditación. Algunos de los más destacados IP y CFT reciben parte de la cultura de las mismas universidades a las que están asociadas o pertenecen, lo que se puede ver reflejado en aspectos de su funcionamiento y manera de hacer las cosas. (IPSOS, 2010)

Cabe señalar que, los impactos positivos que tiene la Acreditación en las Universidades, en relación al mejoramiento de la gestión y la definición de políticas, se ve aumentado en el caso de los CFT e IP, ya que en muchos casos se trataba de instituciones con un origen y una organización cercana a la de una empresa familiar, donde la definición de estructuras y procesos asociados al proceso de Acreditación, contribuyó en gran medida a optimizar el funcionamiento de estas IES. (IPSOS, 2010)

Efectos de la Acreditación Institucional a nivel de la Docencia de Pregrado

La Docencia de Pregrado es un área donde los principales cambios que ha introducido la Acreditación institucional son a nivel de los procesos de gestión relacionados con la docencia y no directamente de calidad en docencia. (IPSOS, 2010)

En ese sentido, los principales cambios asociados a la Acreditación institucional se relacionan puntualmente con aquellos procesos derivados de los mejoramientos en Gestión y la existencia de sistemas de información integrados, que han permitido:

- Rediseñar las definiciones de las carreras de acuerdo a los criterios incorporados en la Misión Institucional de la institución.
- Intenciones de mejorar la dotación docente y las condiciones laborales de los mismos.
- Instalar un sello distintivo en los Egresados de la institución.
- Avances en la progresión de alumnos: seguimiento a Egresados, seguimiento a alumnos en relación a tiempos de Egreso, tiempos de titulación, entre otros.
- Mejoras en la capacitación y evaluación a Docentes

El actual Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (SINAC-ES) Chilena, en el contexto de la Reforma al Sistema.

A nivel mundial y desde hace algunas décadas, se observa un crecimiento de la diversidad en Educación Superior (ES), no sólo de aquella proveniente del aumento de cobertura y variación en el perfil de los estudiantes que ingresan, sino

también en cuanto a proveedores, modalidades, tipo de certificados, uso de tecnologías, entre otros. Esta diversidad, según la Presidenta del Consejo de Acreditación de la Educación Superior (CHEA) en EEUU., Eaton, J. (2015), también está impactando el Aseguramiento de la Calidad (en adelante AC), lo que se manifiesta en una expansión de los proveedores alternativos, en un énfasis en los resultados de los estudiantes (rendimiento académico), como indicador clave del desempeño institucional. Dadas estas tendencias, Eaton manifiesta que el AC debe centrarse en lo que cuenta como calidad, es decir, en el éxito de los estudiantes, y en que las instituciones se hagan cargo de lo que prometen, en garantizar que las instituciones cuenten con los recursos esenciales para su funcionamiento, acogiendo las necesidades, de las sociedades, en las que están insertas. (CNA, 2015)

En Chile es SINAC-ES, se estableció en su forma actual, en el año 2006 con la Ley 20.129, a partir de esto, diversas organizaciones, tanto chilenas como extranjeras, han realizado diagnóstico del SINAC-ES, dentro de los cuales se encuentran informes presentados por la OCDE (2013), CINDA (2012), AEQUALIS (2011) e IPSOS (2010), los que resaltan aspectos positivos del sistema, como sugerencias a establecer políticas y mecanismos, que orienten a procesos académicos y de calidad en la educación . (CNA, 2015)

La propuesta del gobierno plantea introducir un umbral de suficiencia con estándares cuantitativos y cualitativos y uso de criterios, diferenciados por tipo de Institución de Educación Superior (IES). Sobre este punto la CNA, hace hincapié, en la importancia de considerar los resultados de aprendizaje de los estudiantes,

como componente del desempeño institucional y factor asociado al rendimiento académico (con variables a controlar, como horario de asignaturas, tamaño cursos, etc), ya que no se puede hablar de calidad de la educación, sin conocer a fondo este tipo de indicadores que representa un monitoreo estratégico, en cuanto a la utilización de los recursos que el Estado invierte. (Garbanzo, 2007)

Timetabling y Scheduling

En el contexto de la asignación de horarios académicos, existen dos conceptos claves en la literatura que agrupan las investigaciones en torno al problema. Los conceptos con timetabling y scheduling.

Un problema de scheduling es aquel que se trata de la asignación de recursos en el tiempo para llevar a cabo un conjunto de tareas [Baker 1974] y tiene como objetivo minimizar el costo total de los recursos asignados [Wren 1996].

Se define como timetabling el problema de asignar ciertos recursos, sujeto a limitaciones, en un número limitado de horarios y lugares físicos con el objeto de satisfacer una serie de objetivos en el mayor grado posible [Wren 1996].

Los problemas de timetabling contienen restricciones fuertes y restricciones débiles [Larrosa 2003]. Las restricciones fuertes o duras son aquellas que deben ser satisfechas de forma mandatoria y su no cumplimiento inhabilita la solución. Corresponden generalmente a restricciones de tipo espacial o temporal que deben cumplirse. Algunos ejemplos de restricciones fuertes son: no se puede usar simultáneamente un espacio por dos grupos diferentes, no se puede asignar una persona simultáneamente a dos lugares diferentes. Las restricciones débiles o

suaves son aquellas que es deseable que se cumplan, pero que su incumplimiento no inhabilita la solución aunque la hace de menor calidad. Generalmente son restricciones de preferencia o de priorización, y muchas veces son estas restricciones las que se desean maximizar (o minimizar según sea el caso) para buscar acercarse a la solución óptima.

Así, el objetivo en un problema de timetabling es minimizar el incumplimiento de las restricciones suaves [Tallabó 1999].

Si bien cada problema de asignación de horarios es diferente a otro, existe una clasificación básica de éstos que facilita su comprensión [Schaerf 1995]:

- Programación de clases y profesores: Considera la asignación de un conjunto de docentes a un conjunto de cursos en un período de tiempo. Este tipo de problema puede considerarse un problema de tipo scheduling.
- Programación de clases y salas: Considera la asignación de un conjunto de cursos a un conjunto de salas en un período de tiempo. Este tipo de problema puede considerarse un problema de tipo timetabling.
- Asignación de horarios de exámenes: Consiste en la calendarización de los exámenes de los alumnos, asignando docentes y salas. Este tipo de problemas son más simples debido a que los exámenes no suponen una persistencia en el tiempo, si no se aplican solo una vez en el período.

Generalmente, los problemas de asignación de horarios académicos corresponden a una suma de los dos primeros tipos: Programación de clases y profesores y Programación de clases y salas. Por ende, la mayoría de los problemas de asignación de horarios tienen componentes de timetabling y de

scheduling. Por esto mismo, muchas veces el problema se aborda en dos etapas [Granada 2006], asignando en una primera etapa los docentes a los cursos en un horario y en una segunda etapa la combinación docente-curso a la sala.

Alternativas de solución

La complejidad de un problema de timetabling, al querer aplicarlo en un ambiente real con gran cantidad de restricciones y en especial en entornos universitarios donde el tamaño de las variables tales como la cantidad de cursos, cantidad de salas o cantidad de docentes, lo hacen un problema muy estudiado y para el cual existe mucha investigación. A continuación se muestran algunas de las metodologías que se han utilizado para buscar una solución a la asignación de horarios.

Meta-heurísticas

Las metodologías de meta-heurísticas son métodos probabilísticos que parten de una solución inicial y a medida que el algoritmo se va ejecutando, se va mejorando esta solución. Estos métodos se han aplicado con bastante éxito para encontrar soluciones a problemas NP-completos, para los cuales no existe un algoritmo que encuentre su solución óptima en un tiempo razonable. Este tipo de soluciones están basadas en un principio de “aumento sucesivo” e intentan evitar la generación de soluciones de pobre calidad. Las diferencias entre las distintas meta heurísticas existentes tienen que ver con las técnicas que se emplean para evitar que el algoritmo converja en alguna solución sub óptima y el tipo de trayectoria seguida en el espacio de cualquiera de las soluciones parciales o totales. Una de

las desventajas que presentan es el alto costo de procesamiento que requieren para llegar a una solución de buena calidad.

Dentro de las meta heurísticas se encuentran los siguientes métodos:

- Búsqueda tabú (Tabu Search).
- Algoritmos genéticos.
- Recocido simulado o enfriamiento lento simulado (simulated annealing).
- Colonia de hormigas (ACO Ant Colony Optimization).

Búsqueda Tabú (Tau Search)

La búsqueda tabú es un método heurístico que proviene de la familia de técnicas denominada “búsqueda local”, que está basado en el concepto de “vecindario”. Considere un problema de optimización, en que S es su espacio de búsqueda (posibles soluciones) y f su función objetivo a minimizar. Una función N , que depende de la estructura del problema específico, asigna a cada solución posible $s \in S$ su vecindad $N(s) \subseteq S$. Cada solución $s' \in N(s)$ es llamada vecino de s [Schaerf 1996].

Las técnicas de búsqueda local comienzan con una solución inicial (que puede ser obtenida por otra técnica o generada aleatoriamente) y a través de ciclos exploran el espacio de búsqueda, pasando iterativamente desde una solución a uno de sus “vecinos”, mediante alguna modificación que transforma la solución inicial.

El algoritmo de búsqueda local llamado búsqueda tabú fue diseñado por Glover [Glover 1989], y consiste en un procedimiento de búsqueda local o por vecindades para moverse de forma iterativa desde una solución s a una solución s' en la vecindad de s . Se comienza desde una solución inicial s_0 y el algoritmo de

búsqueda tabú explora un subconjunto de vecinos $N(s)$ del espacio de soluciones s ; el vecino que presente una mejor función objetivo se convierte en la nueva solución actual, independiente que su función objetivo sea mejor o peor que el valor de la función objetivo en s . El método utiliza una lista llamada lista tabú, que es una estructura de memoria de corto plazo que contiene los movimientos que fueron realizados en la última n iteraciones. Generalmente esta lista es tratada como una cola de largo fijo, es decir cuando un nuevo movimiento es agregado a la lista, el más antiguo es desechado. La búsqueda excluye los movimientos que se encuentran en la lista tabú [Schaerf 1996]. El algoritmo finaliza luego de una cantidad de iteraciones predefinidas o cuando la función objetivo no está sobrepasando un límite de mejora definido como función de aspiración.

Búsqueda tabú constituye un conjunto de técnicas de alto nivel cuyas características como el uso de memoria adaptativa y que puede operar de manera determinista o probabilística, la hacen una muy buena herramienta en el contexto del timetabling. Está diseñado para encontrar soluciones sub óptimas en problemas de optimización combinatoria.

Algoritmos genéticos

Los algoritmos genéticos son métodos de búsqueda basados en el mecanismo de selección natural, lo que permite que se explore en busca de posibles soluciones en un espacio de búsqueda mayor al espacio de búsqueda de los métodos tradicionales [Golberg 1989]. Su funcionamiento se construye con dos procesos básicos basados en la teoría de la evolución postulado por Darwin, la selección natural y la reproducción, lo cual hace que las soluciones vayan mejorando a

medida que el algoritmo avanza, ya que éstas toman lo mejor de las soluciones anteriores o padres. En el algoritmo genético las soluciones son llamadas cromosomas, para los cuales se debe definir una representación que permite operar con rapidez sobre ellos. Se debe comenzar con un grupo de cromosomas o solución inicial que generalmente es obtenida de forma aleatoria o a través de otro método.

El algoritmo también define una función objetivo que se encarga de entregar una medida de bondad de la solución. La iteración se realiza cruzando soluciones, emulando la reproducción, y mediante la función objetivo seleccionando alguna de las soluciones hijas, no necesariamente las que tengan mejor función objetivo. Para explorar nuevas soluciones los algoritmos genéticos introducen el concepto de mutación que consiste en realizar pequeñas modificaciones, generalmente aleatorias, para explorar distintos espacios de solución y evitar que el algoritmo converja hacia óptimos locales.

Se definen como condiciones de término de estos algoritmos una cantidad de iteraciones o cuando la mejora que se produce en la función objetivo no es sustancial después de un número de iteraciones.

Las aplicaciones más comunes de los algoritmos genéticos han sido los problemas de optimización, para los cuales su comportamiento es muy eficiente y confiable. Sin embargo, no se puede resolver todos los problemas con esta técnica ya que para algunos problemas podría no ser apropiado. Se debe considerar que para que un problema pueda ser resuelto mediante algoritmos genéticos debe tener un espacio de búsqueda limitado dentro de cierto rango, debe poder definirse una

función de aptitud que evalúe que tan buena o mala es la respuesta del algoritmo y las soluciones deben codificarse de una forma relativamente fácil.

Algoritmos de enfriamiento lento simulado (simulated annealing).

La familia de algoritmos de enfriamiento lento simulado aparece a principios de los años ochenta [Kirkpatrick 1983]. Se trata de un modelo de resolución para la optimización de problemas de tipo combinatorio con mínimos locales y su aproximación consiste en generar de forma aleatoria una solución cercana a la solución actual y aceptarla como buena si consigue reducir la función de costo.

Este método se basa en la emulación del proceso físico de solidificación controlada, por el cual un sólido es calentado hasta que se funde y luego es enfriado lentamente de modo que cuando su estructura se encuentre congelada esto ocurra con el menor consumo de energía y alcance una forma cristalina, sin malformaciones locales, cercana a la perfección [Van Laarhoven 1987].

Este algoritmo se inicia con una solución que se va modificando a medida que el algoritmo avanza o itera. Inicialmente el algoritmo no es tan exigente con las soluciones, es decir acepta soluciones con un valor deficiente según la función objetivo, pero a medida que itera se va haciendo más exigente con las soluciones.

Colonia de Hormigas

Es común que para buscar solución a problemas complejos se usen métodos inspirados en la naturaleza. El principio del método de optimización de colonia de hormigas (ACO por sus siglas en inglés, Ant Colony Optimization), se basa en el estudio del comportamiento que utilizan las hormigas para marcar el camino más corto entre su colonia y el alimento. La mayoría de las especies de hormigas son

prácticamente ciegas, por lo cual deben utilizar feromonas para marcar las rutas que van utilizando y luego otras hormigas pueden seguir ese rastro para el regreso a la colonia. Se puede decir entonces que las hormigas siguen el camino que tenga mayor probabilidad de uso o aquel cuya marca de feromona es más potente.

En la implementación de un algoritmo de colonia de hormigas, las posibles soluciones son denominadas hormigas artificiales, que puede ser una solución factible o no. Esta alternativa de solución está construida en base a las reglas que emulan el comportamiento de las hormigas reales como son la explotación, exploración y evaporación de feromonas. Al comienzo existe una colonia o un conjunto de soluciones posibles y en cada iteración las hormigas crean alternativas en base a la información recopilada por las soluciones antecesoras. La cantidad de hormigas es un parámetro importante a definir en el diseño del algoritmo.

Se define además una estructura de memoria que almacena datos numéricos que emulan la feromona de las hormigas reales. Esta estructura, llamada rastro de feromona, guarda el grado de aceptación de hormigas o soluciones anteriores para una variable de estado que se encuentra en una alternativa de solución.

Este método se diferencia de otros métodos heurísticos en que la construcción de las soluciones las realiza en base al aprendizaje ganado anteriormente y que ha sido guardado en la matriz de feromonas, dejando en un segundo plano el impacto que pueda tener esta solución en la función objetivo. Al igual que otros métodos, el algoritmo de colonia de hormigas previene que se pueda converger hacia una solución local, para lo cual existe un proceso denominado evaporación de

feromonas, el cual disminuye el rastro de feromona utilizando una función de probabilidad.

Algunas de las ventajas de este método en el problema de asignación de horarios, es que tienen alta probabilidad de encontrar algún óptimo global, pues los métodos convencionales regularmente convergen en óptimos locales. Además, la representación es fácil de analizar y comprender. Entre las desventajas del método de colonia de hormigas está el alto grado de incertidumbre en cuanto al tiempo de convergencia del algoritmo y el alto costo de procesamiento que requiere. Al igual que otros métodos heurísticos no asegura el encontrar soluciones exactas, sino solo soluciones óptimas en un vecindario, que muchas veces son suficientes.

Redes Neuronales

Una red neuronal puede definirse como un sistema de procesamiento de información compuesto por un gran número de elementos de procesamiento (neuronas) profusamente conectados entre sí a través de canales de comunicación [Regueiro 1995]. Estas conexiones establecen una estructura jerárquica y permiten la interacción con los objetos del mundo real tratando de emular al sistema nervioso biológico. A diferencia de la computación tradicional, basada en algoritmos predecibles, la computación neuronal permite desarrollar sistemas que resuelvan problemas complejos cuya formalización matemática es sumamente difícil. Esto se logra gracias a los principios de funcionamiento de las redes neuronales, de los cuales citamos a continuación los cinco más importantes [Hilera 1995]: aprendizaje adaptativo, auto organización, tolerancia a fallos, operación en tiempo real y fácil inserción en la tecnología existente.

En 1995, Mausser *et al.* describieron una metodología basada en redes neuronales para resolver el problema de programación de horarios de entrevistas y asignación de salas y entrevistadores en la universidad de Waterloo considerando restricciones de disponibilidad de salas y adyacencia de clases (clases consecutivas). Para la modelación se consideró una pre-asignación entre el entrevistador y la sala correspondiente, es decir se consideró un índice k llamado “facility” que representaba un par sala-entrevistador, los cuales estaban asignados antes de resolver el problema. El modelo matemático tenía dos grupos de variables de decisión binarias, la primera llamada X_{ijk} que tomaba el valor 1 si el estudiante i se asociaba al bloque horario j en el par sala-entrevistador k y la otra Y_{ijk} tomaba valor 1 si el bloque horario j era el primero utilizado en la entrevista por el estudiante i en el par sala-entrevistador k y/o en bloque horario anterior había una ventana horaria dentro de la entrevista. Esta metodología asociaba una neurona a cada variable de decisión X_{ijk} y penalizaba el incumplimiento de algunas restricciones suaves. Se concluye que los resultados dependen en gran medida de los pesos utilizados dentro de las distintas penalizaciones por incumplimiento de restricciones suaves y del tamaño del problema [Hernández 2008].

Sistemas Expertos

Los sistemas expertos son sistemas que buscan modelar el conocimiento y procedimientos usados por un experto humano para resolver un problema determinado. Es un sistema que simula el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción de un experto humano en una determinada rama o dominio.

Con la ayuda de un sistema experto, personas con poca experiencia pueden resolver problemas que requieren un "conocimiento formal especializado". Los sistemas expertos pueden obtener conclusiones y resolver problemas de forma más rápida que los expertos humanos. Los sistemas expertos razonan pero basándose en un conocimiento adquirido y no tienen sitio para la subjetividad [Pluss 1999].

Case-Based Reasoning

El Case-Based Reasoning es el proceso de solucionar nuevos problemas basándose en las soluciones de problemas anteriores. Estos métodos son relativamente nuevos y utilizan soluciones anteriores para construir una nueva solución a un problema de timetabling. La idea de estos métodos es crear una medida del grado de similitud entre dos soluciones para un problema de timetabling con el fin de encontrar una nueva solución tal que la medida de similitud con respecto a la solución anterior no sobrepase cierto límite, lo que permite encontrar soluciones locales más rápidamente

Programación Entera

Este método proviene del área de la investigación de operaciones, ciencia que resuelve, entre muchos otros problemas, la asignación de recursos y asignación de tareas buscando el conjunto de asignaciones que optimicen un objetivo planteado, generalmente maximizar utilidad o minimizar costo. La esencia de la investigación de operaciones está en el diseño y la creación de modelos matemáticos.

La programación entera formula los problemas mediante un sistema de inecuaciones lineales y define una función objetivo, que se debe maximizar o minimizar según corresponda. Las variables de la función objetivo se encuentran sujeta una serie de restricciones que tienen distinto peso según su importancia en el problema. Las restricciones son expresadas mediante el sistema de inecuaciones.

Numerosos autores han utilizado modelos de programación entera para resolver los problemas de asignación de horarios en ambientes académicos.

Para el presente estudio, se considerará como herramienta de Investigación de Operaciones, la asignación de actividades o de carga, que consiste en determinar la cantidad de un conjunto de actividades interrelacionadas, como por ejemplo las clases de una universidad, entre otras, y que pueden llegar a ser muy complejas en su estudio. En estas se deben considerar el orden de las actividades, así como los recursos asociados a cada actividad. (Norero, 2011)

Investigación de Operaciones en la programación de horarios, en el área Educación

Los problemas de programación de horarios consisten básicamente, en generar horarios para tareas definidas, buscando cumplir de la mejor manera con condiciones y requerimientos específicos. Estos problemas son muy comunes y se encuentran en distintos tipos de actividades tales como: Actividades Educativas, Universidades, Colegios, Institutos, Facultades, Departamentos, Actividades Deportivas, de Transporte y aquellas que involucran personas o

equipos de trabajo. (Saldaña, 2007)

A nivel de las instituciones educativas, estas enfrentan cada semestre el problema de la programación de horarios y asignación de salas de clases de los cursos que imparten. Desde la perspectiva de la Investigación de Operaciones, este tipo de problemas se enmarcan dentro del área conocida como *Timetabling* o programación horaria. Los problemas de esta área consisten en la asignación de ciertos eventos a distintos bloques horarios, respetando una serie de requerimientos y condiciones. (Hernández, 2008)

Este tipo de problemas, han sido ampliamente estudiados en la literatura (Asratian, 2002; Sandhu, 2001; Schaerf, 1999) y según el tipo de institución (colegios, universidades) y evento a programar (clases, evaluaciones) pueden ser clasificados. (Hernández, 2008)

En el caso de las universidades debe existir cierta flexibilidad en los horarios y en la selección de los cursos que toma cada estudiante, que difiere en relación a la de otras instituciones, principalmente en base a las restricciones a considerar. Así las clases de un curso deben ser programadas, por lo general, en una misma sala de clases. (Burke, 1997).

En particular, y más allá de las restricciones de topes en programación de horarios de docentes y uso de aulas, no se presentan más condiciones en la bibliografía (Burke, 1997), pero existe una gran cantidad de enfoques de solución para la generación de horarios y asignación de cursos. Así mientras algunos estudios, se enfocan en aspectos prácticos y desarrollos de sistemas, otros lo realizan en el

modelamiento y metodologías de solución (Hernández, 2008).

Según las características de la institución, la programación de los horarios se realiza con antelación a la inscripción de los alumnos, o luego de ésta. Entre los trabajos, que analizan el problema después que los alumnos han escogido sus cursos podemos mencionar el trabajo reciente de Boland *et al*, publicado el año 2008, en donde no se considera la capacidad de las salas de clases, sino que se definen un número predeterminado de secciones en cada curso y número máximo de estudiantes por sección. Adicionalmente, en otros trabajos consideran la programación de los horarios de los cursos, después de la matrícula de los alumnos. (Alvarez, 2002; Daskalaki, 2009)

Para el caso, en que la programación se realiza con anterioridad a la inscripción de alumnos, se deben imponer condiciones sobre los topes de horarios de los cursos que compartirán alumnos según estimaciones de demanda o al plan de estudios. (Hernández, 2008).

Las condiciones o requerimientos del problema pueden ser clasificados de acuerdo a su naturaleza en cinco grupos (Corne et al, 1995).

Restricciones unarias: Aquellas que involucran un solo evento, como las clases de un curso que no pueden ser programadas un día lunes.

Restricciones binarias: Aquellas que involucran dos eventos, como por ejemplo restricciones con topes de horario para un curso, que requiere un mismo recurso, sea una sala, profesor, etc.

Restricciones de capacidad: Aquellas que dicen relación a aquellas que se imponen al asignar cursos a salas de clase con capacidad suficiente.

Restricciones de separación de eventos: Aquellas que requieren que las actividades estén separadas o siguiendo algún patrón en el tiempo. Como ejemplo de ello, tenemos las políticas impuestas por la institución de respetar asignaciones de horarios en patrones predefinidos o las condiciones de no existencia de horas intermedias vacías.

Restricciones asociadas a los agentes: Como las limitaciones en los horarios asignados para cumplir con las preferencias de los profesores.

Ahora bien cuando todas las condiciones no pueden ser satisfechas simultáneamente, lo común es dividir las en Requerimientos fuertes, que deben cumplirse obligatoriamente y requerimientos suaves que no son obligatorios pero si deseables. Finalmente la calidad de la programación obtenida, dependerá del grado de cumplimiento de estas condiciones. (Hernández, 2008)

Modelos de optimización en base a programación.

Existe una gran cantidad de trabajos que abordan el problema, empleando modelos de optimización, entre ellos Al Yacoob y Sherali en el 2006, citado por Hernández (2008) proponen dos modelos para la asignación previa de clases a horarios y asignan a los profesores de manera de satisfacer sus preferencias. Uno de los modelos realiza la asignación sin modificar los horarios preestablecidos, mientras que el otro considera la posibilidad de realizar modificaciones en los

horarios, manteniendo el uso eficiente de las salas de clases.

Daskalaki et al (2005) proponen un modelo de programación lineal entera para un problema de generación de horarios. El modelo considera como función objetivo una función lineal que representa las preferencias de los profesores en horarios y en salas asignadas para sus clases. Los autores también analizan como la definición apropiada de los coeficientes en esta función objetivo permite reducir el espacio de soluciones y vuelve tratable el problema. Daskalaki y Birbas, (2009) presentan un algoritmo en dos etapas para la solución de un modelo de programación entera para la programación de horarios. En una primera etapa, el modelo de programación entera es relajado, eliminándose restricciones que corresponden a la contigüidad de sesiones para algunos cursos que así lo requieren. Estas condiciones son recuperadas en la segunda etapa, donde los horarios diarios son optimizados, incluyendo las restricciones no consideradas en la primera etapa.

MirHassani (2006) citado por Hernández (2008) propone un modelo de programación lineal entera para un problema similar al considerado en nuestro trabajo. El modelo propuesto asigna cada clase individualmente a un horario. Junto con las restricciones de topes horarios y usos de salas, son impuestas condiciones y políticas de la institución, como por ejemplo, que las clases de los cursos que tienen más de una clase por semana no pueden ser programadas el mismo día o en días consecutivos o la existencia de combinaciones de horarios que permitan tomar a un alumno todos los cursos de un semestre de su carrera, de acuerdo al plan de estudios. Todos estos trabajos presentan modelos que asignan por

separado cada clase de un curso a un bloque horario y por medio de restricciones se imponen las condiciones de regularidad de las clases. A diferencia de estos trabajos, Qualizza y Serafini (citado por Burke, 1998) proponen un modelo de programación entera basado en generación de columnas.

En este caso, las columnas están asociadas al horario semanal de un curso, es decir, todas las clases de la semana son programadas simultáneamente. Las restricciones en el problema maestro corresponden a la ocupación de salas y a los topes horarios. Las restricciones particulares a cada curso están incluidas en el sub-problema. Ciertos patrones de horarios son predefinidos y los cursos son asignados a estos patrones. A diferencia de lo propuesto en Qualizza y Serafini (citado por Burke, 1998), las variables son definidas explícitamente y no generadas dinámicamente. Otra diferencia importante es que en nuestra propuesta, las clases auxiliares y las clases de cátedra de un curso son programadas por separado.

Existen otros trabajos que basados en modelos de programación entera presentan particularidades, como el uso de múltiples criterios o enfoques en varias etapas. Badri (1996) propone un modelo de programación entera multiobjetivo para la programación de clases. El autor analiza un procedimiento en dos etapas para resolver el modelo propuesto. En una primera etapa, se busca maximizar las preferencias de los profesores en relación a los cursos que les son asignados y, en la segunda, se asignan los horarios de clases a los cursos buscándose maximizar las preferencias de los profesores en cuanto a sus horarios de clases. Badri et al. (1996) proponen un modelo de programación entera multiobjetivo.

Este nuevo modelo busca asignar, simultáneamente, profesores a cursos y diseñar el horario de estos cursos de manera de maximizar las preferencias de los profesores. Estas preferencias, tanto por horarios como por cursos, son incluidas por medio de una tabla que registra las tres opciones preferidas tanto de cursos como de horarios.

Dimopoulou y Miliotis (2004) analizan la implementación de un sistema computacional de generación de horarios en un ambiente distribuido utilizando un modelo de programación entera para diseñar los horarios para cada departamento. El sistema cuenta con una base de datos central y un procedimiento automático se encarga de generar los problemas de optimización para cada departamento y de resolver los conflictos que pudieran aparecer.

Stallaert (1997) propone una metodología que divide el problema en dos subproblemas: primero se programan los cursos principales mediante un modelo de programación entera y, luego, utilizando esta programación como información de entrada, se programa el resto de los cursos resolviendo una variante de un problema de asignación cuadrático.

Tripathy (1984) propone un modelo de programación entera para un problema de programación de clases. El autor incorpora una simplificación al problema, agrupando cursos que pueden ser programados en el mismo horario.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Problema a estudiar

El Área Mecánica de Inacap Santiago Sur imparte un total de 10 programas de estudio de pregrado, entre los cuales destaca las carreras de Climatización, esta tiene una duración de 4 semestres, determinada por una malla curricular (Anexo N°1), que establece el orden en que los alumnos deben cursar las distintas asignaturas, que ésta considera. De este modo, es posible caracterizar a cada curso por el semestre en que se ubica dentro del plan de estudios de la carrera. Esta información es útil a la hora de definir los cursos a ser dictados en forma simultánea en un mismo bloque horario.

Cada semestre se dictan en promedio 5 cursos los que tienen dos secciones cada uno. Los cursos tienen dos tipos de clases, teóricas y prácticas, por ello las dos secciones, que se van alternando en el uso de los laboratorios respectivo por cada semana. Las clases se realizan de lunes a viernes en bloques de 45 minutos de duración. Así y para la jornada en estudio, se cuentan con 12 bloques, desde las 08:30 horas, hasta las 18:15, considerando 2 recreos, a las 10:00 am y a las 13:15.

El área Mecánica cuenta con un total de 45 salas de clases, que deben ser compartidas entre los programas de estudio, que contempla esta unidad. Las salas de clases se caracterizan por su capacidad definida y se clasifican en: salas de cátedra, laboratorios de climatización, laboratorios de física, Auditórium y Aula Tecnológica. Estas dos últimas se emplean principalmente para eventos importantes y de alta convocatoria. Siendo las salas de cátedra un recurso escaso

en Inacap Santiago Sur.

El área cuenta con un total de 36 docentes, para las clases de especialidad y de otros 400 para las asignaturas transversales. Tanto los docentes de especialidad, como los transversales, se caracterizan por los cursos que dicta y por su disponibilidad horaria, sumando a esto el hecho que algunos de ellos, dictan cátedra en otras instituciones.

Actualmente y durante los últimos 5 años, la programación horaria y consecuente carga académica de un docente del área, es realizada por tres profesionales, el Director de Carrera, el Coordinador de Especialidad y el coordinador de carrera, los que demoran en promedio un mes para obtener la programación final. Así la programación definitiva para un semestre cualquiera, se genera principalmente según la programación horaria empleada el semestre de la misma temporada anterior, es decir, el semestre otoño 2017, se establece, de acuerdo al semestre otoño 2016.

Esta última es actualizada solamente al existir un nuevo requerimiento, ya sea por modificaciones de la malla curricular, disponibilidad horaria del profesor, o ausencia definitiva de este. Por ende este método, no está exento de errores, mostrando una serie de ineficiencias al momento de realizar asignaciones de salas de clases, con los consecuentes conflictos que esto determina, entre alguno de ellos, reclamos de parte de los alumnos, o bien disminución de la carga horaria del docente.

Teniendo en antecedentes estas variables y el método empleado para la programación horaria, no es difícil inferir, que la asignación de salas de clases con

sus respectivos horarios y carga docentes, se transforma en una tarea de gran esfuerzo, dificultad y compromiso, con consecuencias sociales, y de impacto a la calidad de la educación.

Por ello, este estudio, tiene por propósito proponer una mejora en el uso de los recursos pedagógicos (salas, disponibilidad horaria docentes etc.) de acuerdo a los requerimientos establecidos por el área y la institución, mediante la formulación de un modelo de optimización de asignación de carga horaria, que favorezca y respete la disponibilidad horaria de los docentes.

Descripción del proceso actual de programación de salas de clases

El problema abordado en este trabajo consiste en la asignación de salas para las clases de un programa de estudio del Área Mecánica de Inacap Santiago Sur, la carrera de Climatización. Para esta asignación se consideran predefinidos y conocidos:

- La asignatura y su respectivo número de secciones
- La jornada, diurna para el caso en estudio.
- El número de alumnos inscritos en cada curso.
- La capacidad de las salas a requerir
- El docente a dictar el curso (según disponibilidad)
- El número de horas semestrales de cada curso

El proceso actual de carga horaria docente, se describe en la ilustración 2.

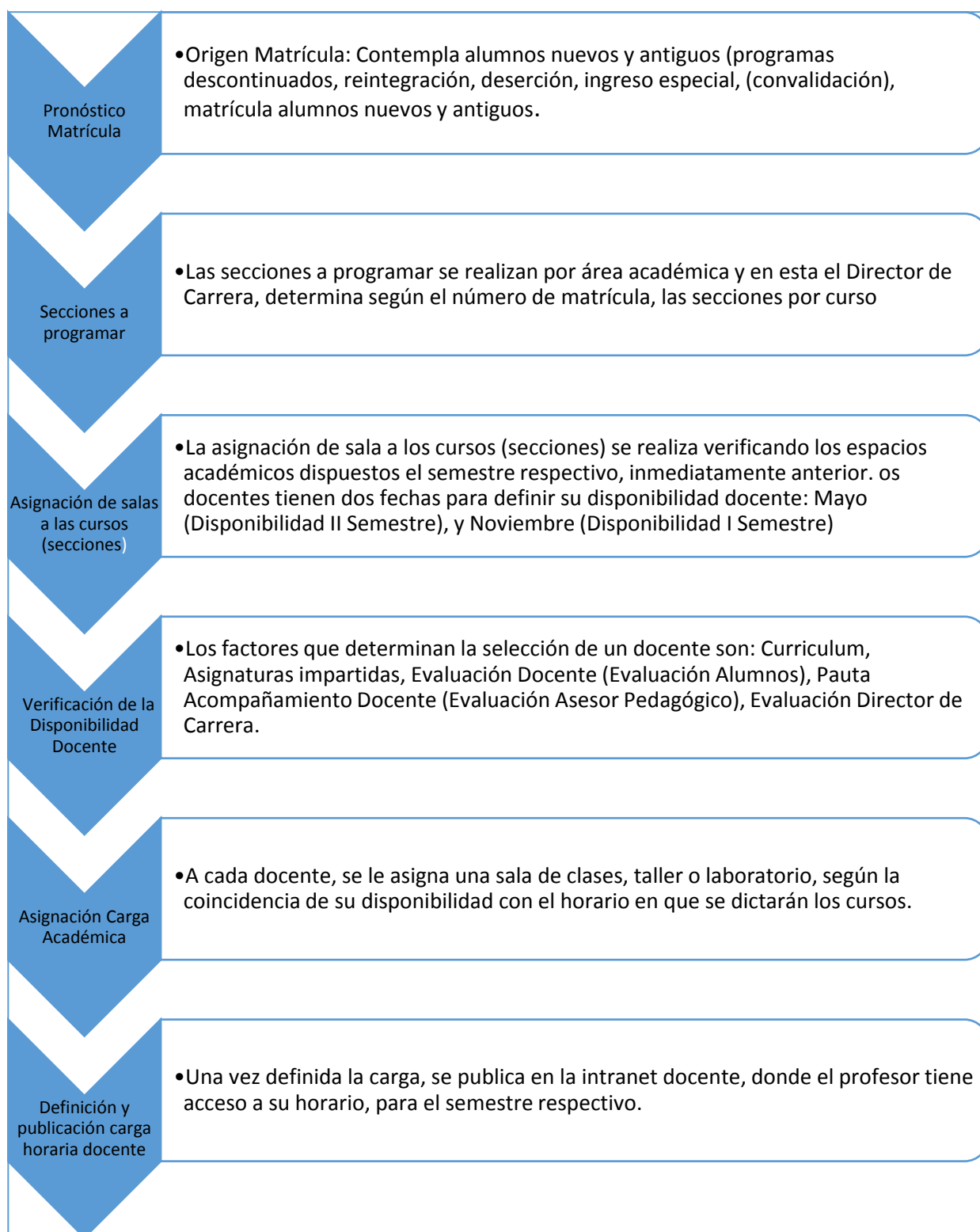


Ilustración 2. Procedimiento Asignación de horario y carga docente, de un programa de estudio en Inacap

Propuesta de un modelo de programación lineal entera basado en patrones de salas de clases

La generación de horarios en INACAP se debe realizar por sede y debe considerar las siguientes restricciones:

Restricciones duras:

- Un docente no puede asignarse a dos o más cursos en un mismo horario.
- No se pueden planificar dos o más cursos de una misma carrera y un mismo nivel en un mismo horario.
- No se pueden planificar dos o más cursos en una misma sala en un mismo horario.
- A un docente no se le puede planificar más horas que el máximo de horas diarias y semanales.
- Todo curso debe tener asignado una sala y un docente.
- Las secciones debe programarse en horario según su jornada.

Restricciones suaves:

- Se deben minimizar las ventanas para los docentes
- Se debe asignar con prioridad a los profesores con mejor evaluación docente y mayor disponibilidad horaria.
- Se debe asignar a las salas definidas para la carrera, con prioridad.

Organización y representación de los datos de entrada

El actual problema se enmarca dentro de la variante Scheduling, para la asignación de carga horaria, para lo cual se considera un total de 5 salas de clases, con 5 horas cada una, y un total de 8 asignaturas, con 3 docentes y 2 secciones.

El conjunto de todas las asignaturas es:

A= Conjunto de Asignaturas

AP₁= Conjunto de las asignaturas del Profesor 1

AP₂=Conjunto de las asignaturas del Profesor 2

AP₃= Conjunto de las asignaturas del Profesor 3

AC₁= Asignaturas del Curso 1

AC₂= Asignaturas del Curso 2

A= {S₁, S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₇, S₈}, donde

AP₁= {S₁, S₅, S₈}

AP₂= {S₂, S₄, S₇}

AP₃= {S₃, S₆}

AC₁= {S₁, S₂, S₃, S₄}

AC₂= {S₅, S₆, S₇, S₈}

Tener en cuenta que AC₁ U AC₂ = A y que AC₁ ∩ AC₂ = {∅}

Función Objetivo a minimizar:

$$f(x) = \sum_{S \in A} \sum_{r=1}^{N_r} \sum_{h=1}^{N_h} (r + h)v(s, r, h)$$

S: asignatura

r: Sala de clases

h: horas por sala

v(s, r, h): Variable binaria, que toma el valor 1, si la asignatura s, se imparte en la sala r a la hora h, y 0 en otro caso

Sujeta a las siguientes restricciones:

1. Cada profesor imparte todas sus asignaturas (1)

$$\sum_{s \in AP_i} \sum_{r=1}^{N_r} \sum_{h=1}^{N_h} v(s, r, h) = AP_i \quad \forall i$$

2. En cada sala y hora se imparte como mucho una sola asignatura (2)

$$\sum_{s \in A} v(s, r, h) \leq 1 \quad \forall r, \forall h$$

3. Cada asignatura se imparte sólo una vez (3)

$$\sum_{r=1}^{N_r} \sum_{h=1}^{N_h} v(s, r, h) = 1, \quad \forall s$$

La actual asignación de sala de clases y horarios, se muestra en la ilustración 3, con 2 secciones, la 246 y la 242, que corresponden a los cursos AC1 y AC2, respectivamente.

Identificación de las asignaturas y Cursos

S₁: CLTI01 (Sala 306) sección 246

S₂: CLAR02 (Sala 031) Sección 246

S₃: FGEM01 (Sala 218) Sección 246

S₄: CLMP02 (Sala S04) Sección 246

S₅: CLMP02 (Sala 306) Sección 242

S₆: FGEM01 (Sala 327) Sección 242

S₇: CLTI01 (Sala 031) Sección 242

S₈: CLAR02 (Sala 327) Sección 242

AC₁: Sección 246

AC₂: Sección 242

		Horario Sección 246				
	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	08:30-09:15			FGEM01 (Sala 218)		
2	09:15-10:00			FGEM01 (Sala 218)		
3	10:15-11:00			FGEM01 (Sala 218)		
4	11:00-11:45					
5	11:45-12:30					
6	12:30-13:15					
7	13:45-14:30		CLAR02 (Sala 031)			
8	14:30-15:15	CLTI01 (Sala 306)	CLAR02 (Sala 031)			CLMP02 (Sala S04)
9	15:15-16:00	CLTI01 (Sala 306)	CLAR02 (Sala 031)			CLMP02 (Sala S04)
10	16:00-16:45	CLTI01 (Sala 306)	CLAR02 (Sala 031)			CLMP02 (Sala S04)
11	16:45-17:30	CLTI01 (Sala 306)	CLAR02 (Sala 031)			CLMP02 (Sala S04)
12	17:30-18:15	CLTI01 (Sala 306)				
		Horario Sección 242				
	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	08:30-09:15		CLMP02 (Sala 306)	CLTI01 (Sala 031)		CLAR02 (Sala 327)
2	09:15-10:00		CLMP02 (Sala 306)	CLTI01 (Sala 031)		CLAR02 (Sala 327)
3	10:15-11:00		CLMP02 (Sala 306)	CLTI01 (Sala 031)		CLAR02 (Sala 327)
4	11:00-11:45		CLMP02 (Sala 306)	CLTI01 (Sala 031)		CLAR02 (Sala 327)
5	11:45-12:30		FGEM01 (Sala 327)	CLTI01 (Sala 031)		CLAR02 (Sala 327)
6	12:30-13:15		FGEM01 (Sala 327)			
7	13:45-14:30		FGEM01 (Sala 327)			
8	14:30-15:15					
9	15:15-16:00					
10	16:00-16:45					
11	16:45-17:30					
12	17:30-18:15					

Ilustración 3. Actual asignación de horario para el II Semestre de la Carrera de Climatización.

	AP1
	AP2
	AP3

La función objetivo propuesta, representa la minimización de ventanas, por tanto su objetivo es compactar el horario. En el caso de las restricciones, la (1), garantiza que cada docente impartirá todas las asignaturas que ha indicado en su disponibilidad, la (2), evita que se programen en el mismo horario clases dictadas

por el mismo profesor y la número (3), determina que las asignaturas, se dicten una vez a la semana.

RESULTADOS

La metodología empleada para la obtención de resultados, fue proporcionada, por el programa Solver, con 150 variables de decisión y 75 restricciones (Anexo N°2). En la ilustración 4 , se muestra que sólo es necesario disponer de dos salas de clases, con lo que se garantiza un horario compacto para los docentes con 3 asignaturas, no así para P3, cuya carga horaria, continúa requiriendo dos días disponibles, al igual que el sistema actual

		Horario Sección 246				
	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	08:30-09:15	CLTI01 (Sala 306)		FGEM01 (Sala 031)	CLAR02 (Sala 031)	
2	09:15-10:00	CLTI01 (Sala 306)		FGEM01 (Sala 031)	CLAR02 (Sala 031)	
3	10:15-11:00	CLTI01 (Sala 306)		FGEM01 (Sala 031)	CLAR02 (Sala 031)	
4	11:00-11:45	CLTI01 (Sala 306)			CLAR02 (Sala 031)	
5	11:45-12:30	CLTI01 (Sala 306)			CLAR02 (Sala 031)	
6	12:30-13:15			CLMP02 (Sala 306)		
7	13:45-14:30			CLMP02 (Sala 306)		
8	14:30-15:15			CLMP02 (Sala 306)		
9	15:15-16:00			CLMP02 (Sala 306)		
10	16:00-16:45					
11	16:45-17:30					
12	17:30-18:15					
		Horario Sección 242				
	Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	08:30-09:15		CLMP02 (Sala 031)	CLTI01 (Sala 306)	FGEM01 (Sala 306)	
2	09:15-10:00		CLMP02 (Sala 031)	CLTI01 (Sala 306)	FGEM01 (Sala 306)	
3	10:15-11:00		CLMP02 (Sala 031)	CLTI01 (Sala 306)	FGEM01 (Sala 306)	
4	11:00-11:45		CLMP02 (Sala 031)	CLTI01 (Sala 306)		
5	11:45-12:30			CLTI01 (Sala 306)		
6	12:30-13:15	CLAR02 (Sala 306)				
7	13:45-14:30	CLAR02 (Sala 306)				
8	14:30-15:15	CLAR02 (Sala 306)				
9	15:15-16:00	CLAR02 (Sala 306)				
10	16:00-16:45	CLAR02 (Sala 306)				
11	16:45-17:30					
12	17:30-18:15					

Ilustración 4. Asignación carga horaria, según resultados del modelo de programación entera binaria.

	AP1
	AP2
	AP3

Evaluación de los resultados

En esta sección se realiza una comparación de los resultados obtenidos entre el modelo propuesto y el sistema manual que actualmente utiliza el Área de Mecánica en la carrera de Climatización de Inacap Santiago Sur, para la asignación de horarios y salas de clases. El propósito central de este punto, es mostrar las ventajas de la utilización de este tipo de programación. Para una comparación objetiva, se emplearán indicadores que miden el cumplimiento de las condiciones propuestas en el modelo y alineadas con los reglamentos de asignación empleados por la Institución-Área.

Los indicadores a emplear son los siguientes (I)

I_1 =Número Horas “ventana” presente en el horario.

I_2 =Número de salas distintas asignadas a los cursos de cada docente

I_3 =Tiempo empleado por parte de los administrativos, en la asignación horaria.

I_4 =Número de asignaturas que se dictan más de una vez a la semana

Los indicadores I_1 e I_2 son relativos a la función objetivo del modelo propuesto y el I_4 , hace referencia a la restricción (3) del modelo.

A partir de la información indicada en la Tabla 3, se observa que para los indicadores I_1 e I_2 , la función objetivo del modelo de asignación por programación lineal entera binaria, cumple con el propósito de compactar el horario, dado que se disminuyen el número de horas “ventana” y se optimiza el uso del recurso “sala de clases. Así para el actual sistema de programación horaria, se presentan 20 horas “ventana” y 5 salas asignadas, en contraposición a 2 horas y 2 salas, empleadas por el modelo en estudio. Por su parte el I_3 , resulta una variable importante a

destacar, ya que en promedio, la asignación de salas de clases y horario, con el actual sistema, demanda aproximadamente un mes y medio versus, las 2 horas que demandaría el uso de este método propuesto. Finalmente para el I₄ no se muestran diferencias entre ambos métodos, ya que no se presentaron asignaturas dictadas más de una vez a la semana en el actual sistema utilizado por el Área.

Indicador	Variable a evaluar	Actual Sistema	Modelo
I ₁	Número de Horas "ventana"	20	2
I ₂	Número de salas empleadas en el horario	5	2
I ₃	Tiempo generación horario	1 semana	2 horas
I ₄	Número de asignaturas que se dictan más de una vez/semana	0	0

Tabla 3. Tabla comparativa de indicadores entre actual sistema de programación horaria y modelo de programación entera binaria.

Otros aspectos a rescatar de la instancia estudiada, es que genera al menos una combinación factible para los cursos de un semestre, determinando así 1 ó 2 días libres a la semana (Ver ilustración 4, Secciones 242 y 246, respectivamente), lo que facilita la disponibilidad de los alumnos, para realizar las actividades prácticas, o de laboratorio, que promueve la Institución a través de su enfoque en el “Aprender Haciendo”, como impronta de su estrategia de enseñanza. Con ello las secciones y sus respectivos alumnos, no deben alternar el uso de las dependencias destinadas a estas instancias.

El sistema actual vulnera y determina un mal uso de éstos lugares de práctica,

toda vez que éstos no se encuentran disponibles para los alumnos durante todas las semanas que comprende el semestre, lo que ha implicado quejas por parte de los estudiantes, plasmados en Informes de Autoevaluación de la Carrera, en los últimos procesos de Acreditación. (Dirección de Evaluación Institucional, 2014)

CONCLUSIONES

El presente estudio, propone un modelo alternativo de programación de horarios y salas, para la carrera de Climatización del Área Mecánica de Inacap Santiago Sur, donde actualmente, la carga académica experimenta variaciones porcentuales según requerimientos de la Institución, pudiendo aumentar o disminuir, respecto a su semestre homólogo inmediatamente anterior.

En relación con esto, el actual sistema de asignación de carga académica se realiza manualmente, lo que implica una ardua y compleja tarea, que impacta en el rendimiento académico de los alumnos, al interactuar con factores sociales y personales, afectando directamente la calidad de la Educación, al presentar horarios fijos y de poca accesibilidad al desarrollo sistemático de actividades prácticas.

En la actualidad, la bibliografía propone varias metodologías para dar solución a la programación horaria, en sus variantes Timetabling y Scheduling, entre las que cabe mencionar estarían, las técnicas de metaheurísticas, algoritmos genéticos, Búsqueda Tabú, y Programación Entera Binaria.

En esta investigación se empleó la Programación Entera Binaria, definiendo una función objetivo, que minimiza la asignación de recursos (salas) y compacta el horario de clases, disminuyendo la cantidad de horas “ventana”, y evitando al mismo tiempo, la asignación de un mismo docente, para una misma asignatura en un bloque horario, a través de restricciones matemáticas y variables binarias.

Para evaluar los resultados, se utilizaron indicadores relativos a la función objetivo,

las restricciones de ésta y al tiempo, que emplea el procedimiento propuesto versus, el sistema manual de asignación.

Como resultado, se logró compactar el horario, disminuyendo las horas “ventana” a 2 horas y el uso de 2 salas de clases, con un tiempo destinado a la asignación de 2 horas, sin embargo no hubo diferencias en relación con el número de asignaturas que se dictan, más de una vez a la semana, ya que el sistema manual, no presentó diferencias respecto a la propuesta en estudio.

Ahora bien, el modelo propuesto logra optimizar la asignación de recursos, para programas de estudio de la envergadura y dinámica académica de un programa de estudio como el de Climatización, sin embargo, este no representa la realidad de algunas de las carreras dictadas en Inacap, con mayor número de alumnos, y menores recursos académicos disponibles, por lo que se sugiere, emplear funciones de optimización, pero con un mayor número de restricciones, de acuerdo a las necesidades de cada área académica.

BIBLIOGRAFÍA

- AEQUALIS (2011). La Calidad y su Aseguramiento. En M. de la Jara, F. Lagos y F. Durán (eds). *Propuestas para la Educación Superior. Foro AEqualis y las transformaciones necesarias*. Capítulo 3.
- Aguerro, I. (1993). La calidad de la educación: ejes para su definición y evaluación. *Revista interamericana de desarrollo educativo*, 37(116), 561-578.
- Alvarez, R. A survey of school timetabling research. *Annals of Operations Research*, 218(1), 261-293, 2014.
- Abdennadher, S., & Martel, M. (2000). University course timetabling using constraint handling rules. *Applied Artificial Intelligence*, 14(4), 311-325.
- Arbizu, F. (1994). *La función docente del profesor universitario*. Bilbao, Universidad del País Vasco.
- Asratian, A. S. A generalized class-teacher model for some timetabling problems. *European Journal of Operational Research*. 143 (2002): 531-542, 2000
- Avella, P., and Vasiliev. (2005). "A computational study of a cutting plane Algorithm for University Course Timetabling". *Journal of Scheduling*. 8(6):497-514.
- Badri, M. A. A two-stage multiobjective scheduling model for [faculty-course-time] assignments. *European Journal of Operational Research*, 94(1), 16-28, 1996.
- Birbas, T., Daskalaki, S., & Housos, E. (2009). School timetabling for quality student and teacher schedules. *Journal of Scheduling*, 12(2), 177-197.
- Boland, N., et al. New integer linear programming approaches for course timetabling| NOVA. The University of Newcastle's Digital Repository. 2008.
- Bondarenko Pisemskaya, N. (2007). Acerca de las definiciones de la calidad de la educación. *Educere*, 11(39), 613-621.
- Burke, E. Automated University Timetabling: The State of the Art. *The Computer Journal*. 40 (9): 565-571, 1997
- Burke, E. K., & Bykov, Y. (2008, August). A late acceptance strategy in hill-climbing for timetabling problems. In *PATAT 2008 Conference, Montreal, Canada*.
- Carmona, S., y Carrasco, F. (1998). *La enseñanza en contabilidad financiera: una primera aproximación*. Cuadernos de Investigación Contable, 2 (2), otoño, 2-17.
- Carrión Pérez, Evangelina. (2002, Enero-Marzo). Validación de características al ingreso como predictores del rendimiento académico en la carrera de medicina. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 1(16), Artículo 1.
- CINDA (2012). Educación Superior en Iberoamérica. Informe 2012. Santiago: RIL Editores.
- Circular N°8 [en línea] < <http://www.inacap.cl/web/circulares/2014/Circular-08-anexo1.pdf> > [consulta: 14 de septiembre 2016]

- Comisión Nacional de Acreditación. El Aseguramiento de la Calidad, en el contexto de la Reforma al Sistema: Algunos planteamientos generales. Junio, 2015. 15p.
- Comisión Nacional de Acreditación [en línea]. <<https://www.cnachile.cl/pdf>> [consulta: 29 de septiembre 2016]
- Corne, D., & Ross, P. (1995, August). Peckish initialisation strategies for evolutionary timetabling. In *International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling* (pp. 227-240). Springer Berlin Heidelberg.
- Ferrel, R. (2010). El síndrome de quemarse en el trabajo (burnout) en docentes universitarios. *Duazary*, 7(1), 15.
- Daskalaki, S., & Birbas, T. Efficient solutions for a university timetabling problem through integer programming. *European Journal of Operational Research*, 160(1), 106-120, 2005.
- De la Cruz, M.A. (1994). Un modelo de profesor universitario y del perfil de sus tareas. *Tarbiya*, 4, junio.
- Díaz, R y Scharager, J. (2007). Aceptación de la diversidad institucional en los procesos de acreditación: La posición del par evaluador.
- Di Gaspero, L., & Schaerf, A. (2003). Timetabling competirían tcomp 2002: Solver description. *International Timetabling Competition*.
- Dimopoulou, M., & Miliotis, P. An automated university course timetabling system developed in a distributed environment: A case study. *European Journal of Operational Research*, 153(1), 136-147, 2004
- Dirección de Evaluación Institucional. Informe de Autoevaluación Carrera de Climatización. En Proceso de Acreditación Carrera Climatización: Octubre 2014. Santiago, Centro de Formación Técnica Inacap, Sede Inacap Santiago Sur. 280 p.
- Eaton, J. (2015). The emerging of diversity of Higher Education and Quality Assurance. 2015 INQAAHE Conference, Chicago. Ppt.
- Gairín, J. (2003). El profesor universitario del siglo XXI. En C. Monereo y J.I. Pozo (Eds.). *La Universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía* (pp. 119-139)
- Garbanzo, G. Factores asociados al Rendimiento Académico en Estudiantes Universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación* 31(1), 43-63, 2007.
- González, L. E. (2005). El impacto del proceso de evaluación y acreditación en las universidades de América Latina. VARIOS, El proceso de acreditación en el desarrollo de las universidades.
- Hernández, R., et al. (2008). Programación de horarios de clases y asignación de salas para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Diego Portales mediante un enfoque de Programación Entera. *Revista Ingeniería de Sistemas*, 8:121-141.
- Hurtado de B.J. (1998). Metodología de la Holística. Fundación Servicios y Proyecciones para América Latina (SYPAL). Caracas.
- Informe de Autoevaluación Universidad Tecnológica de Chile INACAP (2016). Proceso de Renovación de Acreditación de UTCI, Dirección de Evaluación Institucional, Santiago, Chile

- INACAP [en línea] <<http://portales.inacap.cl/acreditacion/acreditacion-inacap>> [consulta: 29 de septiembre 2016]
- INQAAHE, 2009. QA Graduate Programme, 2,4, www.inqaahe.org
- IPSOS (2010). Estudio exploratorio sobre efectos de la Acreditación Institucional en la calidad de la educación superior en Chile. Informe Ejecutivo.
- Kerlinger, H.O. Reaction of Tetrachloropyrazine with active methylene compound. *Journal of Heterocyclic Chemistry*. 20 (2): 365-368, 1983
- Lang, M.J. (1986). Factors that determine success for the new business education teacher. *Business Education Forum*, 40 (8):3-4.
- Lemaitre, M. J., & Zapata, Gonzalo. (2003). Antecedentes situación actual y perspectivas de la evaluación y acreditación de la educación superior en Chile. *Políticas Públicas: Demandas Sociales y Gestión del Conocimiento*.
- Lemaitre M. J. (2011) Aseguramiento de la calidad para la educación superior privada. *En*: BRUNNER, J., PEÑA, C., (Eds). . Santiago, Universidad Diego Portales. pp. 365-388. *El conflicto de las Universidades: Entre lo Público y lo Privado*.
- López R. F. La Gestión de Calidad en Educación. 1ª Edición. Madrid, Editorial La Muralla, 1994. 165 p
- Lumsden, K.G. (1974). The information content of student evaluation of faculty and courses. *En* Lumsden, K.G. (Ed.), *T.I. courses* (pp. 175-204). Amsterdam and New York, Elsevier Scientific.
- Luzón, A., Sevilla, D., y Torres, M. (2009). *La construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Principales tendencias en la política universitaria europea*. *En* A. Jiménez (Ed.), *Repensar y construir el Espacio Europeo de Educación Superior. Políticas, tendencias, escenarios y procesos de innovación*. Dykinson
- Mallado, J.A., y Pérez, J.A. (1995). *La Enseñanza Universitaria ante las Demandas de los Discentes (Profesores, Métodos y Medios)*. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 9, junio, 61-80
- Marcelo, C. (1992). El perfil del profesor universitario y su formación inicial. *Revista Enseñanza Universitaria*, 2 y 3 de junio. 5-21.
- Marsh, H. W. (1987). Students' evaluations of university teaching: Research findings, methodological issues, and directions for future research. *International journal of educational research*, 11(3), 253-388.
- Mayhew, L. B., Ford, P. J., & Hubbard, D. L. 1990. The quest for quality. *The Challenge for Undergraduate Education in the 1990s* (San Francisco: Jossey-Ball Publishers, 1990), 96.
- Montero R., 2004. Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico y a la repetición estudiantil en la Universidad de Costa Rica. Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica.
- Norero, E. Métodos Cuantitativos. Investigación de Operaciones. Santiago de Chile, Publicaciones UTFSM Magíster en Gestión Empresarial, 2011. 281p.

- OCDE (2013). El Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior en Chile 2013.
- Pérez-Luño, A., Ramón Jerónimo, J., Sánchez Vázquez, J. (2000). Análisis exploratorio de las variables que condicionan el rendimiento académico. Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide
- Ramírez, D., (2006) Cronos: Sistema de carga académica y planeación de horarios para la Universidad de Manizales. Proyecto de Grado, Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Ramos, M. 2002
http://med.unne.edu.ar/revista/revista126/como_esc_articulo.htm
- Reglamento Académico INACAP. Consejo Directivo, Instituto Profesional Inacap, Santiago (2016)
- Rodríguez del Bosque, I., Vázquez, R., y Trespalacios, J.A. (1995). *La Universidad en el ámbito comunitario: una aplicación empírica a los estudios en Ciencias Económicas y Empresariales*. Actas del IX Congreso Nacional y V Hispano-Francés de la Asociación Europea de Dirección y Economía de la Empresa AEDEM (pp. 2531-2550). Toledo, mayo.
- Rupérez, F. L. (1994). *La gestión de calidad en educación*. Editorial La Muralla.
- Saldaña, A. et al. (2007). Modelos de Programación Entera para un problema de programación de horarios para Universidades. *Revista Chilena de Ingeniería*, 15 (3): 245-259
- Sanz, S., Ruiz, C., Pérez, I. El professor universitario y su función docente. Espacio I+D, Innovación y Desarrollo, 3 (5): 97-112, 2014.
- Socha, K., Sampels, M., & Manfrin, M. (2003, April). Ant algorithms for the university course timetabling problem with regard to the state-of-the-art. In *Workshops on Applications of Evolutionary Computation* (pp. 334-345). Springer Berlin Heidelberg.
- Stallaert, J. Automated timetabling improves course scheduling at UCLA. *Interfaces*, 27(4), 67-81, 1997.
- Tripathy, A. School timetabling—a case in large binary integer linear programming. *Management science*, 30(12), 1473-1489, 1984.
- Valdés, H. (2005). Encuentro Iberoamericano sobre evaluación del desempeño docente. *Revista Electrónica de Organización de Estados Iberoamericanos*. México.
- Vélez Van, M. A., Roa, N. C. (2005). Factors associated with academic performance in medical students. En: PSIC. Educación Médica.2(8), 1-10
- Wang, S. S. (2003). New modeling and solution approaches for combinatorial optimization, with application to exam timetabling and batch scheduling in chemical manufacturing.
- Wotruba, T. R., & Wright, P. L. (1975). How to develop a teacher-rating instrument: A research approach. *The Journal of Higher Education*, 46(6), 653-663.
-

ANEXOS

Anexo N°1: Malla Curricular Carrera Climatización.

CLIMATIZACIÓN [Cód. Q6-Q60-3]

CARRERA ACREDITADA 6 años

MECÁNICA

Título Técnico de Nivel Superior en Climatización.
Duración: 4 semestres.
Continuidad de estudios: Ingeniería en Climatización.
Requisitos de Estudios: Malla Curricular Aprobada y una Práctica Profesional de 360 horas. Este último requisito puede realizarse una vez aprobadas las asignaturas de especialidad del 3er semestre y aprobadas todas las asignaturas hasta el 4º semestre.
Institución que otorga el título: Centro de Formación Técnica INACAP.

Semestre 1

- Taller de Climatización I
- CAD Aplicado a Sistemas Térmicos I
- Elementos de Sistemas Térmicos
- Higiene, Seguridad y Ambiente
- Matemática Aplicada I
- Integración

Semestre 2

- Taller de Climatización II
- Herramientas Computacionales
- Electricidad Aplicada
- Aplicaciones de Climatización I
- Física Aplicada a Sistemas Térmicos
- Comunicación Efectiva

Semestre 3

- Mantenimiento de Sistemas de Climatización I
- Huella Refrigerantes
- Automatización de Sistemas Térmicos
- Montaje de Sistemas de Climatización
- Termodinámica I
- Inglés I

Semestre 4

- Mantenimiento de Sistemas de Climatización II
- Taller de Integración Técnica
- Aplicaciones de Climatización II
- Puesta en Marcha y Operación de Sistemas de Climatización
- Competencias de Empleabilidad
- Inglés II

Título Técnico de Nivel Superior

Título Profesional

SELO DEL ALUMNO INACAP

¿Qué diferencia al alumno INACAP?

El Sello del Alumno INACAP es un conjunto de competencias genéricas que se desarrollan en todo programa de estudios que distinguen a los alumnos y egresados de INACAP.

DOMINIO DE SU ESPECIALIDAD

COMPROMISO

CAPACIDAD EMPRENDEDORA

AUTODIRECCIÓN

Anexo N°2: Solución en Método Solver, para para Programación Entera Binaria

ASIGNATURAS (A)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8			Función objetivo	21
PROFESOR1	1				1			1	3			
PROFESOR2		1		1			1		3			
PROFESOR3			1			1			2			
CURSO1	1	1	1	1					4			
CURSO2					1	1	1	1	4			
Variables de Decisión												
V(s,r,h)		s=1	s=2	s=3	s=4	s=5	s=6	s=7	s=8			
h=1	r=1	1	0	0	0	0	1	1	0			
	r=2	0	1	1	0	1	0	0	0			
	r=3	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=4	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=5	0	0	0	0	0	0	0	0			
h=2	r=1	0	0	0	1	0	0	0	1			
	r=2	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=3	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=4	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=5	0	0	0	0	0	0	0	0			
h=3	r=1	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=2	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=3	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=4	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=5	0	0	0	0	0	0	0	0			
h=4	r=1	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=2	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=3	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=4	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=5	0	0	0	0	0	0	0	0			
h=5	r=1	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=2	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=3	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=4	0	0	0	0	0	0	0	0			
	r=5	0	0	0	0	0	0	0	0			
		1	1	1	1	1	1	1	1			
Coeficiente función objetivo												

V(s,r,h)		s=1	s=2	s=3	s=4	s=5	s=6	s=7	s=8
1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1	2	3	3	3	3	3	3	3	3
1	3	4	4	4	4	4	4	4	4
1	4	5	5	5	5	5	5	5	5
1	5	6	6	6	6	6	6	6	6
2	1	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
2	3	5	5	5	5	5	5	5	5
2	4	6	6	6	6	6	6	6	6
2	5	7	7	7	7	7	7	7	7
3	1	4	4	4	4	4	4	4	4
3	2	5	5	5	5	5	5	5	5
3	3	6	6	6	6	6	6	6	6
3	4	7	7	7	7	7	7	7	7
3	5	8	8	8	8	8	8	8	8
4	1	5	5	5	5	5	5	5	5
4	2	6	6	6	6	6	6	6	6
4	3	7	7	7	7	7	7	7	7
4	4	8	8	8	8	8	8	8	8
4	5	9	9	9	9	9	9	9	9
5	1	6	6	6	6	6	6	6	6
5	2	7	7	7	7	7	7	7	7
5	3	8	8	8	8	8	8	8	8
5	4	9	9	9	9	9	9	9	9
5	5	10	10	10	10	10	10	10	10

Restricciones				
Cada profesor imparte todas sus asignaturas				
P1	3	=	3	
P2	3	=	3	
P3	2	=	2	
	0		0	
cada profesor imparte solo una asignatura por hora				
		P1	P2	P3
h=1	r=1	1	1	1
	r=2	1	1	1
	r=3	0	0	0
	r=4	0	0	0
	r=5	0	0	0
h=2	r=1	1	1	0
	r=2	0	0	0
	r=3	0	0	0
	r=4	0	0	0
	r=5	0	0	0
h=3	r=1	0	0	0
	r=2	0	0	0
	r=3	0	0	0
	r=4	0	0	0
	r=5	0	0	0
h=4	r=1	0	0	0
	r=2	0	0	0
	r=3	0	0	0
	r=4	0	0	0
	r=5	0	0	0
h=5	r=1	0	0	0
	r=2	0	0	0
	r=3	0	0	0
	r=4	0	0	0
	r=5	0	0	0

