

**2017**

# **REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL**

**GRACIELA SANGUINETTI**

**Consejo de Educación Técnico Profesional-UTU  
Programa Planeamiento Educativo  
Observatorio Educación y Trabajo**



**Sistematización, Procesamiento de la Información y Redacción del  
Informe:**  
Observatorio de Educación y Trabajo: Graciela Sanguinetti

**Realización de Entrevistas:**  
Iliana Santa Marta, Eduardo Vedovatti, Graciela Sanguinetti

**Octubre 2017**

## ***Contenido***

<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b><i>CAPÍTULO I. LA REFRIGERACIÓN Y EL CONTEXTO PRODUCTIVO .....</i></b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO II. <i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:</i>.....</b>	<b>11</b>
<b>I) LAS NECESIDADES DE LA PRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>II) LA OFERTA EDUCATIVA.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO III. ALGUNOS HALLAZGOS .....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>30</b>

## **Introducción**

El presente informe está basado en un estudio de corte exploratorio, presenta algunos hallazgos con respecto a las empresas y/o instituciones que están vinculadas de una u otra forma con la refrigeración y/o acondicionamiento térmico.

La finalidad de la realización de este estudio es proporcionar insumos para redefinir y actualizar la formación técnica en refrigeración, es decir en relación con la demanda de trabajadores calificados.

La estructura planteada en el informe pretende el estudio de la situación actual en tres escenarios fundamentales de análisis:

- 1) Sector productivo
- 2) Sistema formativo
- 3) Proyección laboral.

### **Objetivo general.**

Identificar las necesidades de formación en refrigeración a fin de generar una respuesta al sector productivo en términos de oferta educativa.

### **Objetivos específicos.**

- Identificar los principales procesos de refrigeración en distintos sectores productivos.
- Aportar insumos para los requerimientos profesionales en los procesos en refrigeración.
- Releva la matrícula (2015-2017) de orientación Refrigeración y Termodinámica. Y los resultados de Termodinámica (2014-2016).

### **Aspectos metodológicos:**

Este estudio es a instancias de una solicitud del Programa Procesos Industriales, a través del Arq. Daniel Primucci, asimismo las primeras entrevistas fueron realizadas en conjunto con Iliana Santa Marta, integrante del equipo operativo del Observatorio,

luego se integró a las salidas de campo el Ing. Eduardo Vedovatti en representación del Programa citado.

La investigación llevada a cabo tiene características exploratorias, se hicieron entrevistas a informantes calificados, seleccionados en referencia a los diferentes actores del sector como:

- 1) empresas que arman y diseñan proyectos de frío (cámaras frigoríficas), que venden las partes y arman el sistema;
- 2) ingenieros que proyectan o diseñan los sistemas de frío;
- 3) otras empresas que hacen el mantenimiento de las instalaciones, y
- 4) sectores productivos que utilizan el frío para la conservación de productos, muchos vinculados a la agroindustria, como los lácteos, las frutas, la carne; o los centros de servicios como el Data Center de Antel, o centros comerciales como los Shoppings.

Por un tema de recursos humanos y tiempo no se pudo abarcar todos los actores, incluso algunas empresas y/o organizaciones no accedieron a nuestra solicitud de entrevista. Tampoco se pudieron entrevistar los informantes calificados nombrados en los subgrupos 2) y 3) del párrafo anterior.

Es importante destacar la visión de los entrevistados con respecto al alcance del sector, un entrevistado dijo: *“...pensando en frío industrial y también frío de acondicionamiento, porque también hay frío de acondicionamiento a nivel industrial que de repente no alcanza las mismas temperaturas pero si las mismas toneladas de refrigeración, las mismas potencias...”*. Y agrega: *“...hoy en día un edificio de oficinas no se piensa sino tiene un sistema de ventilación y acondicionamiento térmico, entonces, y eso puede llevar a los mismos niveles de potencia...con los mismos equipos que a nivel industrial, entonces el campo todavía es más grande que la industria en sí...”*.

Esto implica una mirada más amplia que no solo incluye la refrigeración sino también el acondicionamiento térmico, que no sólo implica una planta industrial asociado a la industrialización de un producto, puede estar asociado al sector servicios o de esparcimiento.

## ***CAPÍTULO I. LA REFRIGERACIÓN Y EL CONTEXTO PRODUCTIVO<sup>1</sup>***

### **¿Qué es la refrigeración?**

La **refrigeración** es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico (nivel que se mide con la temperatura), refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado (reduciendo su nivel térmico), y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas<sup>2</sup>.

Las aplicaciones de refrigeración son entre muchas<sup>3</sup>:

- La climatización de espacios habitados, para alcanzar un grado de confort térmico adecuado para la habitabilidad de un edificio.
- La conservación de alimentos, medicamentos u otros productos que se degraden con el calor. Como por ejemplo la producción de hielo o nieve, la mejor conservación de órganos en medicina o el transporte de alimentos perecederos.
- Los procesos industriales que requieren reducir la temperatura de maquinarias o materiales para su correcto desarrollo. Algunos ejemplos son el mecanizado, la fabricación de plásticos, la producción de energía nuclear.
- La criogénesis o enfriamiento a muy bajas temperaturas empleada para licuar algunos gases o para algunas investigaciones científicas.
- Motores de combustión interna: en la zona de las paredes de los cilindros y en las culatas de los motores se producen temperaturas muy altas que es necesario refrigerar mediante un circuito cerrado donde una bomba envía el líquido refrigerante a las galerías que hay en el bloque motor y la culata y de allí pasa un radiador de enfriamiento y un depósito de compensación. El líquido refrigerante que se utiliza es agua destilada con unos aditivos que rebajan sensiblemente el punto de congelación para preservar al motor de sufrir averías cuando se producen temperaturas bajo cero.
- Máquinas-herramientas: las máquinas herramientas también llevan incorporado un circuito de refrigeración y lubricación para bombear el líquido refrigerante que utilizan que se llama taladrina o aceite de corte sobre el filo de la

---

<sup>1</sup> Este capítulo está basado en los conceptos vertidos en la web de Wikipedia

<sup>2</sup> Web Wikipedia

<sup>3</sup> Idem: web Wikipedia

herramienta para evitar un calentamiento excesivo que la pudiese deteriorar rápidamente,

- Aparatos electrónicos: la mayoría de los aparatos electrónicos requieren refrigeración, que generalmente consiguen mediante un ventilador, que hace circular el aire del local donde se sitúan, y otras veces sencillamente haciendo circular el aire por convección.

Un equipo de refrigeración, o "máquina frigorífica", es una máquina térmica diseñada para tomar la energía calorífica de un área específica y evacuarla a otra. Para su funcionamiento, según el Segundo Principio de la Termodinámica, es necesario aplicar un trabajo externo, por lo cual el refrigerador, sea cual sea su principio de funcionamiento, consumirá energía. Conforme con las soluciones energéticas, se define un abanico de posibilidades y configuraciones en equipos de refrigeración en función de temperatura, potencia, caudal de aire, tipo de instalación, volumen de control y otras variables.

Desde un punto de vista científico, todos los equipos de refrigeración son y se denominan "frigoríficos" o "máquinas frigoríficas", expresiones absolutamente equivalentes. Comercialmente se hacen clasificaciones para diferenciarlos.

Los elementos mínimos son:

- Compresor: es un dispositivo mecánico que bombea el fluido refrigerante, creando una zona de alta presión y provocando el movimiento del refrigerante en el sistema.
- Condensador: generalmente es un serpentín de cobre con laminillas de aluminio a modo de disipadores de calor. Su función es liberar el calor del refrigerante al ambiente.
- Evaporador: también es un serpentín, pero su presentación varia. El de los equipos de acondicionamiento de aire es muy similar al condensador, pero en los refrigeradores domésticos suele ir oculto en las paredes del congelador. Su función es que el refrigerante absorba calor del área refrigerada.
- Dispositivo de expansión: según el caso puede ser una válvula de expansión o un tubo capilar. En cualquier caso, es un punto donde hay una pérdida de carga muy grande, por reducción de la sección de paso; su función es dejar que el

refrigerante pase desde la parte del circuito de alta presión a la de baja presión, expandiéndose.

Elementos usualmente anexos:

- Termostato: su función es apagar o encender automáticamente el compresor a fin de mantener el área enfriada dentro de un campo de temperaturas.
- Ventilador: su función es aumentar el flujo de aire para mejorar el intercambio de calor. Generalmente está en el área del condensador. Según el tipo de dispositivo que sea, puede haber ventilador (*evaporador de aire forzado*) o no (*evaporador estático*) en el área del evaporador.

Otros elementos no siempre presentes son:

- Filtro de humedad
- Depósito de refrigerante líquido

Otro elemento fundamental en estos aparatos es el dispositivo de disipación de calor al exterior, que puede ir desde un simple intercambiador con un ventilador, hasta una torre de enfriamiento.

Algunos equipos de refrigeración:

- Una *cámara de refrigeración*<sup>4</sup> es un recinto aislado térmicamente dentro del cual se contiene materia para extraer su energía térmica. Esta extracción de energía se realiza por medio de un sistema de refrigeración. Su principal aplicación es en la conservación de alimentos o productos químicos. A diferencia de lo comúnmente pensado una cámara de refrigeración no enfría, sino más bien extrae la energía expresada en calor contenida en su interior, todo esto por medio de un sistema frigorífico.
- Un **frigorífico** o **cámara frigorífica**<sup>5</sup> es una instalación industrial en la cual se almacenan carnes o vegetales para su posterior comercialización.

Con respecto al tipo de productos:

---

<sup>4</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Cámara\\_de\\_refrigeración](https://es.wikipedia.org/wiki/Cámara_de_refrigeración)

<sup>5</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Cámara\\_frigorífica](https://es.wikipedia.org/wiki/Cámara_frigorífica)



- El producto agrícola (frutas y hortalizas) es en su gran mayoría perecedero. Después de la cosecha sigue un proceso llamado comúnmente *respiración* durante el cual los azúcares se combinan con el oxígeno del aire produciendo anhídrido carbónico y agua y despidiendo calor, hasta llegar a la completa maduración del fruto. Al mismo tiempo, los microorganismos que están presentes en los frutos a temperatura ambiente, se alimentan y reproducen a un ritmo exponencial, a medida que se acerca la maduración, destruyendo los tejidos. Se comprobó que si se mantiene el producto cosechado a temperatura menor que la del ambiente, se consigue alargar el período de maduración un tiempo que varía desde 3-4 días hasta 6-8 meses, de acuerdo a la especie y a la variedad.
- La carne de animales (bovinos, porcinos, peces, aves) después de sacrificados no siguen ningún proceso natural salvo el ataque de microorganismos que, a temperatura ambiente, atacan los tejidos. La carne deja de ser comestible en 2-3 días. También en este caso, manteniendo las carnes a bajas temperaturas, el proceso de deterioro se puede evitar y así consumir la carne varios meses después del sacrificio.
- La posibilidad de ofrecer los frutos y las carnes durante un período más largo tiene una importancia alimenticia y económica muy grande. Para ello se almacenan los productos en cuartos frigoríficos a temperatura apropiada que permite ofrecerlo al consumidor mucho tiempo después de la cosecha. Hay tablas que indican a qué temperatura y humedad relativa y cuál es el tiempo máximo que es necesario mantener cada uno antes de enviarlos al mercado.

### **Cámaras frigoríficas de aire controlado (Atmósfera Controlada)**

Disminuyendo la proporción de oxígeno en el aire de la cámara, disminuye el ritmo de *respiración* de la fruta y ello permite prolongar el tiempo que la fruta permanece en el frigorífico. Uno de los métodos es reducir el oxígeno a 1%, remplazando el faltante con nitrógeno (gas inerte) y manteniendo constante el porcentaje de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Firmas especializadas venden equipos apropiados que cambian la composición de la atmósfera de la cámara y controlan que no varíe durante todo el tiempo hasta la apertura. De esta forma se puede mantener la venta de manzanas y peras hasta la cosecha del año siguiente. En las publicaciones consultadas hay referencia a

diferentes fórmulas y equipos que se aplican a otros frutos con el objeto de exportar en contraestación en contenedores con aire tratado, en barco, frigoríficos.

### **Gases refrigerantes<sup>6</sup>**

Se denomina **refrigerante** o **fluido frigorígeno** al utilizado en la transmisión de calor que, en un sistema de refrigeración, absorbe calor a bajas temperatura y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar, generalmente, con cambios de fase del fluido.

Según su clasificación pueden ser orgánicos e inorgánicos:

- Los inorgánicos, como el agua o el NH<sub>3</sub>: Amoníaco
- Los de origen orgánico:halocarbonos/hidrocarburos
  - **CFC**: halocarbono completamente halogenado (exento de hidrógeno) que contiene cloro, flúor y carbono, perjudiciales para la capa de ozono
  - **HCFC**: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, cloro, flúor y carbono.
  - **HFC**: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, flúor y carbono.
  - **PFC**: halocarbono que contiene únicamente flúor y carbono.
  - **HC**: hidrocarburo que contiene únicamente hidrógeno y carbono.
  - **Mezclas**
    - **Azeotrópicas**: mezcla de fluidos refrigerantes cuyas fases vapor y líquido en equilibrio poseen la misma composición a una presión determinada.
    - **Zeotrópicas**: mezcla de fluidos refrigerantes cuyas fases vapor y líquido en equilibrio y a cualquier presión poseen distinta composición.

### **Refrigerantes comúnmente usados**

- El agua.
- El amoníaco o R717.
- El glicol
- R11; R12

---

<sup>6</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Refrigerante>

- R22; R23.
- R32.
- R123; R124.
- R134a.
- R502.
- R404; R407C; R410A.
- R507; R517.
- R600a.

**Freón** es una marca de refrigerantes de DuPont. Estos refrigerantes están compuestos por clorofluorocarbonos (CFC), productos dañinos para la capa de ozono, dado el efecto de que al elevarse los CFC la descomponen.

La historia de su uso industrial comprende desde 1874 hasta enero 1987, con el Protocolo de Montreal donde se prohibió el uso de los CFC en refrigeradores y productos en aerosol.

## **CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

En este capítulo trataremos de analizar la vinculación entre las necesidades del mundo del trabajo, a través de las entrevistas realizadas y la pertinencia de la oferta educativa de UTU.

### **I) LAS NECESIDADES DE LA PRODUCCIÓN.**

#### **1. LA OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS**

Primero que nada queremos resaltar que algunas de las personas entrevistadas coincidieron en tener presente el ITS Buceo y el curso de Termodinámica como una referencia en el sector y lo recuerdan en forma positiva, y la mayoría de los entrevistados desconocían los otros cursos de refrigeración de la UTU y dónde estaban localizados.

Por otra parte consideramos obtener un mejor análisis al clasificar las opiniones de los entrevistados de acuerdo a las siguientes dimensiones: 1) Conocimientos necesarios;

2) las nuevas tecnologías y su incidencia en la formación técnica;

3) la elección entre una formación general y una formación específica;

4) la relación entre la oferta educativa y la demanda de técnicos;

5) la importancia de los procesos eficientes y la relación con la calidad y costos del producto final.

### **1) Conocimientos necesarios**

Según la opinión de los entrevistados, ¿cuáles conocimientos se requieren?:

Con respecto a los equipos un entrevistado dijo: “...conocimiento de cómo funcionan los distintos paneles,... de cómo funcionan los equipos de frío, qué tipo de equipos de frío hay, cuáles son los mejores para determinadas necesidades, cómo calcular qué equipos realmente se necesitan y qué la cámara funcione realmente como tiene que funcionar de manera óptima, ...cómo funcionan el ambiente que uno quiere refrigerar y qué se necesita para lograr lo mejor y que no haya un consumo excesivo de energía para lograr una temperatura que uno quiera. ...porque todo eso repercute en equipos funcionando todo el día,...y eso es plata al final del día...”.

Con respecto a los conocimientos generales otro entrevistado opinó: “...porque la técnica tiene algunas cosas especializada y otras que no, que son de uso general... las plantas industriales un técnico intermedio tiene que tener una formación un poquito más abierta, saber de bombas, de motores, de fierros, de tornillos, porque a veces no saben las normas o que quiere decir que una de ajuste... pensar las cosas especializadas en un país tan chiquito como el Uruguay desde el principio lleva a una atomización ineficiente y que no funciona...”.

En referencia a la formación otro entrevistado dijo: “...en un equipo de refrigeración, la formación que se necesita es básica y es la misma que se necesita para entender un proceso de combustión, es la misma que se necesita para entender un proceso de bombeo...”. Y agregó “...esa idea de tener una formación general, fuerte, sólida, y después con aplicaciones tecnológicas puntuales puede ser una estrategia de aprovechar los recursos en cierto sentido, tantos recursos humanos como recursos económicos...”.

Para algunas empresas las cámaras de aire controlado (atmósfera controlada) son vitales para la conservación de sus productos sobre todo si son alimentos.

Entonces cuando se le preguntó al entrevistado sobre los conocimientos que necesitaba un técnico para trabajar en la planta, respondió: “...el maquinista tanto tiene, lo más importante es el frío, eso es lo primero, pero también está esto, esto es atmósfera controlada, todo esto y los gases que están puestos acá, en esta pantalla, ahí le está dando todos los gases, acá en porcentaje de CO<sub>2</sub>, del oxígeno, las temperaturas y la humedad...”.

También habló sobre situaciones que se presentan en el día a día y el técnico tiene que saber manejarlas: *“...este circuito no tiene separador de aceite y es un circuito muy grande, ustedes se preguntarán en el invierno, en el invierno es complicado, la temperatura ambiente, quizá está todo dominado y la válvula de repente por h o por b se pone mal, o una mala maniobra...entonces ahí el maquinista tiene que estar... y saber qué es lo que va a hacer, eso es lo único complicado que es de esto, y ahí la persona que está tiene que saber...”*.

Otra cuestión importante es el aprender en el trabajo, como se va adquiriendo conocimiento en el lugar de trabajo: *“...primero sacamos los condensadores tubulares, pusimos evaporativos y después trajimos una máquina de esta, porque todo esto chiquito no llegaba a la temperatura...y ahí ya empezamos después con el tema...este trabajo realmente ya era más calificado, por eso el maquinista él de repente entra como medio oficial después se va llevando a ponerlo...”*.

Cuando preguntamos sobre los conocimientos que se necesitan, para manejar alimentos como la carne, un entrevistado nos respondió: *“Aparte de lo de frío como inciden, qué es lo que están enfriando cómo inciden en las temperaturas, en la evaporación, cruzarlo más con el mundo real de los que están realmente generando un producto, un alimento, no es el frío.”*

Y agregó: *“qué es las características que se requieren y no es solo dar temperatura o falta temperatura, falta de calor, sino ver cómo inciden, cuáles son los procesos, hay cámaras que son para abatir la temperatura, otras para depósito, mantenimiento, hoy en día se está yendo mucho a las cámaras de doble propósito que sirven para congelar, enfriar, o abatir una temperatura del animal caliente que sale de faena, sale 40°, lo enfrías y después lo dejas en la misma cámara, eso se hizo toda la vida y termina como depósito, ahí tuviste dos procesos que son totalmente diferentes que por ende tenés que tratarlo desde el punto de vista de frío diferente...”*.

Con respecto a la conservación de distintos alimentos un entrevistado opinó: *“No es lo mismo guardar fruta de hoja caduca a guardar carne o pescado, cada producto tiene sus características eso por un lado...”* *“...pero al empleado que dirige una cámara, al de operaciones, al maquinista solamente tiene que saber que hay cámaras de alta, de baja, o de refrigeración o de congelado y cuáles son los parámetros que te vas a regir...”*.

Sobre conocimientos de normas: *“...hay varias normas y recomendaciones, ASHRAE<sup>7</sup> por ejemplo ha sacado varios libros de cosas de Data center, de procedimientos de Data center...”*.

---

<sup>7</sup> [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org). Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

También con respecto a las normas, en una de las entrevistas nos informaron que UNIT estaba convocando un comité sobre refrigeración para modificar y mejorar la norma 681:1983 que se encarga de rectificar la seguridad de las instalaciones frigoríficas, de la cual representantes de UTU están participando<sup>8</sup>.

Asimismo hay otros conocimientos necesarios como la informática: *“...otros desafíos que tenés que trabajar en trazabilidad, que tenés que trabajar en mapeos, que ya no alcanza con que haya un chico tipiando en la puerta del camión, sino que ahora necesitas un handheld, el handheld es para leer los códigos de barra dentro de la cámara con frío..., entonces el equipamiento es más costoso, eso te lleva a que tenés que ir cambiando...la cabeza de las personas que están trabajando y los recursos también...”*.

Y agrega: *“Hoy por hoy todo automatizado ya, todo se maneja por computadora, entonces el perfil de la persona cambió, ahora necesitamos más elevadoristas, necesitamos algún tipiador que es el que controla las cargas, necesitamos gente que haga los mapas dentro de las cámaras, que para eso tiene que también tener conocimiento de software...”*.

## **2) Las nuevas tecnologías y su incidencia en la formación técnica**

Sobre el conocimiento de las nuevas tecnologías un informante dijo: *“...y la parte tecnológica, es dinámica, varía muchísimo aunque los fundamentos de repente, los fundamentos de la refrigeración no han cambiado... lo que si cambia son las tecnologías que usan y que reproducen esos ciclos y que aportan eficiencias y mejoras de, trabajan con compresores que permiten mejores rendimientos, pasamos de las válvulas hidroestáticas a los recirculadores...”*.

En relación al cambio en los refrigerantes aportó: *“...el cambio de los refrigerantes, los fluorocarbonados que se están empezando a eliminar y está empezando a trabajar con otros refrigerantes, refrigerantes de mezcla, eleutéticos...”*.

Con respecto a los avances tecnológicos y la formación sugirió: *“...y puede acompañar los avances tecnológicos con buenos docentes, con buena formación... Si la formación básica es común en cierto sentido también le da más soltura al propio estudiante...”*.

Sobre la atmósfera controlada se refirieron a las nuevas posibilidades que generó: *“...lo bueno de esto es que se te rompió una cámara por h o por b, no te preocupas por el nitrógeno, porque una cámara de estas yo llevaba 7000 dólares mucho dinero, ahora no, entonces eso es una ventaja. Hoy vienen y me dicen yo quiero sacar mi fruta,...abro la cámara saco la fruta y la*

---

<sup>8</sup> Información proporcionada por el Ing. Vedovatti.

*vuelvo a cerrar, antes era complicado porque tirábamos mucha plata, se ha ido modificando, se ha ido progresando...”.*

Luego el entrevistado introduce el tema de la dinámica de los gases: “...ya se está hablando de dinámica... Toda esta fruta que está saliendo en agosto por ahí puede llegar a salir más adelante...”. “...la dinámica de los gases...”.

Se está refiriendo al estudio de los flujos compresibles que se le conoce como dinámica de gases, siendo esta una nueva rama de la mecánica de fluidos, la cual describe estos flujos<sup>9</sup>.

Estamos hablando de nuevas tecnologías que permitiría conservar por más tiempo por ejemplo la fruta como pera o manzana, es un paso más luego de la atmósfera controlada.

Con respecto a los nuevos gases: “...se van terminar yendo de la cadena de frío, por lo menos los R134, R22, están en el decreto sino me equivocó, para determinado momento y en tantos años vamos a tener que eliminar el Freón de la cadena de frío, y lo que se viene es el amoníaco como siempre estuvo porque es un enfriante eficiente, se vienen las mezclas también el 407, el 404 que son complejas de manejar capaz pero están incursionando, y después lo que es el sistema con refrigerante intermedio, que agua licolada, agua helada, que son los clásicos, y ahora lo que se viene en el mundo...inclusive con CO2 como refrigerante intermedio...”.

En referencia a métodos novedosos de refrigeración los Data Centers incorporan varios elementos: “...la industria en realidad es bastante nueva en incorporar gente de mecánica y de cosas a los datacenters en realidad empezó con perfiles de informáticos, esto por ejemplo de los pasillos cerrados es relativamente nuevo tendrá 20-25 años no tiene más de eso.”

Otro elemento novedoso de los Data Centers son los sistemas de acondicionamiento amigables con el medio ambiente: “...es un sistema de kyoto puro y un sistema holandés que lo que hace es utilizar el frío del exterior, tiene una rueda de intercambio entonces lo que hace a flujo cruzado es cuando el aire de afuera lo permite, prende unos forzadores que tiene en planta baja el aire atraviesa la rueda de intercambio la enfría, esa rueda fría sube hacia arriba hacia el primer piso, y en el primer piso hay un circuito cerrado con el aire de la sala que va por los ductos pasa por los racks, vuelve por el pleno e ingresa a ese primer piso por eso indirecto porque no hay mezcla de aire sino que el intercambio es por la rueda.”

Con respecto al sistema de refrigeración de la sala de datos del Data Center también nos contaron: “Acá hay un sistema simétrico es a flujo cruzado, donde los ventiladores están de

---

<sup>9</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Flujo\\_compresible](https://es.wikipedia.org/wiki/Flujo_compresible)

*este lado,... esto está conectado con el pleno retorno los ventiladores lo pasan a la rueda, la rueda ocupa los dos pisos... claro acá arriba la rueda se calienta y cuando baja con el aire de afuera la enfrías...” “...calcula que caudal de aire tiene que mandar...” “...es muy exigente porque tiene una regulación bastante ajustada de lo que la sala necesita y es reactivo con lo que la sala necesita, toma valores desde la sala y desde lo que consume la sala, que eso es bastante novedoso para la industria de la acondicionamiento térmico.”*

### **3) El dilema de la elección entre una formación general y una formación específica**

En algunas entrevistas se intercambiaron sobre que necesitaba Uruguay para su industria y se planteó el dilema de la formación general o específica. Un entrevistado puso el ejemplo de la formación del Tecnólogo Mecánico: *“Para mí la salida del tecnólogo mecánico es perfecta para la industria,...un buen equilibrio entre fundamento y tecnología, que si uno lo pone en la industria tiene la capacidad de aprender, de formarse, y de empezar a trabajar rápidamente y acomodarse en ese camino, sea una industria metalmecánica, de refrigeración o de producción también...”*.

Otro entrevistado plantea cuál es el desafío de la enseñanza técnica con respecto a una formación general y a una formación específica: *“...el desafío es como seguir teniendo a alguien que pueda trabajar en una planta industrial en general pero alguien más que tenga un conocimiento técnico concreto que le permita una salida técnico laboral completa sin perder un poco lo otro, ese es el desafío de hoy yo creo de la enseñanza técnica que es más difícil que la del ingeniero en el sentido...”*.

Con respecto a la formación específica en refrigeración, un entrevistado opinó: *“...yo creo que a nivel de planta muchas veces aún en un frigorífico grande uno va y el que va a estar encargado como técnico ya no es el peón, un técnico intermedio va a tener que lidiar con una bomba con el equipo de refrigeración, o con un motor y con la caldera, no es que tenga que saber de todo, pero es un poco dudoso que tenga que ser un técnico en refrigeración, yo lo he visto en muchas plantas industriales y los que son exitosos tienen las espaldas un poquito más anchas, y la enseñanza a veces peca de lo otro...”*.

Si pensamos en la especificidad de un rubro, vinculado a la agroindustria de alimentos, un entrevistado opinó: *“para un curso puede ser complejo pensar solo en carne no, porque tenés leche, tenés mil productos necesitan frío y no puedes hacer un curso que abarque todos los productos...”*. Pero si es importante tener en cuenta lo siguiente: *“viste que es un concepto importante el vínculo entre el maquinista y el proceso, que no es algo aislado que no va a ir a*



*arreglar un evaporador, lo que él está haciendo acá afecta directamente el producto que estamos obteniendo.”*

#### **4) La relación entre la oferta educativa y la demanda de técnicos**

Con respecto a la identificación de la demanda y cuál puede ser la oferta educativa, otra persona opinó: *“No hay una demanda tan grande, ...el frío está en todos lados y cualquier industria que ustedes vayan a ver un técnico que trabaja en frío que seguramente va a saber hacer muchas otras cosas más...pero no es una persona que se renueve, es la misma persona que hace 40 años que trabaja ahí...”*.

Cuando les preguntamos si habría demanda por técnicos en refrigeración egresados de la UTU, nos respondieron: *“...difícil de contestar eso... Capaz que culturalmente ya saben que van a buscar al electricista y lo van haciendo y lo van preparando ahí mismo, porque como no hay una profesión...”*. Con respecto a la demanda de profesionales opinaron: *“te adaptas a lo que hay...”*. *“Y te especializas en el trabajo”*. *“Creo que es algo más genérico que se ve en varias carreras, por lo menos terciaria y creo que se podría extrapolar a cualquier tipo de carrera”*.

#### **5) La importancia de los procesos eficientes y la relación con la calidad y costos del producto final**

Otro aspecto importante es la incidencia del frío en la calidad del producto que se está conservando, en algunas entrevistas se considera que son conceptos que faltan en la formación de los técnicos: *“...el maquinista de una sala de frío con la incidencia en el producto, no era solo cerrar y abrir válvulas sino que todo eso iba en consecuencia de un buen o mal manejo de una calidad de los productos, eso me parece que está faltando...”* *“...la gente de producción no entiende los requisitos o lo que puede hacer la gente que está de casco azul que está en la sala de máquinas, ni la gente de la sala de máquinas entiende cómo puede afectar la calidad del producto, porque no es solo dar temperatura, dar frío...”*.

En este sentido agrega: *“...y hasta falta un poco de investigación o la parte como sería la curva de enfriado, la parte de disminuir la merma de no tener congelar de repente en superficie la carne...”*.

Sobre la evolución de la industria y la relación con estas dimensiones dijeron: *“empezó a aumentar la densidad de lo que vos querías refrigerar...”* *“...de que sea inyección por arriba y no piso técnico, ahí hay toda una evolución en la industria de perfeccionar un poco y tratar de disminuir los costos de operar básicamente, mucho aprendizaje hay.”*

Otro aspecto relacionado con la disminución de costos: “...el compresor que es lo que te consume energía eléctrica, era lo que les comentaba hoy, los operadores se dieron cuenta de que el 40% del consumo total del Data Center era de refrigeración, entonces empezaron a desarrollar cosas para disminuir el consumo del aire...”.

La preocupación por procesos eficientes que a su vez permitan bajar costos: “...este tipo de instalaciones lo que requiere es un pienso más hacia el consumidor final que es crítico en el caso del servicio que damos nosotros...” “...además esto te sirve para bajar costos es lo principal...”.

En resumen:

<b>Conocimientos necesarios</b>	<b>Las nuevas tecnologías y su incidencia en la formación técnica</b>	<b>El dilema de la elección entre una formación general y una formación específica</b>	<b>La relación entre la oferta educativa y la demanda de técnicos</b>	<b>La importancia de los procesos eficientes y la relación con la calidad y costos del producto final</b>
cómo funcionan los equipos de frío, cómo calcular qué equipos se necesitan	Nuevas tecnologías que aportan eficiencia a los procesos	Ejemplo de la formación del Tecnólogo Mecánico: acomodarse en una industria metalmecánica, de refrigeración o de producción también.	No hay una demanda tan grande: técnico que trabaja en frío sabe hacer muchas otras cosas más.	Incidencia del frío en la calidad del producto: conceptos que faltan en la formación de los técnicos
la técnica de uso general; saber de bombas, de motores, de fierros, de tornillos	Cambio de refrigerantes: nuevos gases	Desafío enseñanza técnica: que pueda trabajar en una planta industrial en general pero que tenga un conocimiento técnico concreto que le permita una salida técnico laboral completa	No hay renovación de personal.	falta un poco de investigación
Formación básica. formación general, fuerte,	acompañar los avances tecnológicos con buenos docentes	Técnico intermedio: no es que tenga que saber de todo,	Buscan al electricista y lo van haciendo y lo van	evolución en la industria de perfeccionar y tratar de

sólida, y después con aplicaciones tecnológicas puntuales		pero es un poco dudoso que tenga que ser un técnico en refrigeración	preparando en la empresa.	disminuir los costos de operar básicamente
atmósfera controlada y los gases	Nuevas posibilidades que generó atmósfera controlada		Especialización en el trabajo	disminución de costos: desarrollar cosas para disminuir el consumo del aire
capacidad para resolución de problemas	Dinámica de gases			preocupación por procesos eficientes que a su vez permitan bajar costos
adquirir conocimiento en el lugar de trabajo	Métodos novedosos de refrigeración de los Data Centers: pasillo cerrado, sistemas amigables con el medio ambiente.			
Conocer sobre las propiedades de lo que se está enfriando, por ejemplo un alimento				
Cuáles son los procesos, cuáles son las características que se requieren				
Normas de calidad, normas de seguridad, de procedimientos.				
Conocimientos informáticos: trazabilidad, software, handheld				

## 2. ¿Qué sucede en las empresas?

Las empresas también hacen sus propias capacitaciones, por ejemplo en CORFRISA, según el testimonio de la persona entrevistada: “...nosotros tenemos

*un promedio de 25 horas por año por empleado de horas de capacitación...”. Se hacen diversos cursos de capacitación sobre: Manipulación de productos lácteos, seguridad laboral, prevención de incendios.*

*Así como también manifiestan que: “...cuando nosotros salimos a conseguir operarios para máquinas lo vamos a buscar a UTU, no vamos a buscar a otro lado, inclusive el director que había acá en Las Piedras...”*

*En el caso de FRYMON, tomaron un estudiante de UTU: “...los tomamos porque queríamos a alguien que tuviera una base teórico práctica del tema, para que no tuviéramos que arrancar de cero, él tenía una experiencia de estudios en la Escuela y tenía experiencia laboral había trabajado en sistemas de frío, en aire acondicionado, eso nos da una base para nosotros después formarlos más. Generalmente en este caso nosotros tenemos previsto mandarlo a las fábricas proveedoras nuestras que ellos tienen cursos y ahí le dan más una formación más profunda.”*

*INAC hacía cursos de refrigeración: “...algunos se hicieron acá, otros se hicieron en plantas...” “...estamos dando algún curso acá, hicimos el año pasado que fueron dos días, tres días...” “... dimos un poco la refrigeración, más que nada se dio un poco de marco teórico...”*

### **3. ¿Quiénes trabajan como técnicos de frío en las empresas?**

En algunas entrevistas (JUMECAL, CORFRISA, INAC), al operario que trabaja en las cámaras de frío le denominan maquinista es el que tiene que tener los conocimientos, la formación en frío.

Uno de los entrevistados dijo: *“...generalmente es un electricista de confianza del dueño que bueno que ha ido aprendiendo de generación en generación, por ensayo y error y tuvo alguna instrucción de algún ingeniero... pero hay mucha gente que no es del palo y termina siendo maquinista del frío...”*

Con respecto a la necesidad de profesionales: *“...yo creo que hay que profesionalizarlo, la gente que está, está porque es idónea...pero de repente la calidad...”* y agregaron que por falta de conocimiento: *“...son procesos ineficientes a veces.” “...no saben de qué hay que sacar el aire de las cañerías porque hace ineficiente el sistema de refrigeración.” “Aíslan mal los caños y pierden frío por los caños, no es óptimo.”*

## II) LA OFERTA EDUCATIVA

### 1) UTU EN LA OFERTA EDUCATIVA DE REFRIGERACIÓN

#### OFERTA EDUCATIVA REFRIGERACIÓN 2017: POR NIVEL EDUCATIVO Y ESCUELAS TÉCNICAS

			REFRIGERACIÓN EDUCATIVA 2017							OFERTA	
			ET SAN RAMÓN	ET SUP. MEL O	I.Tecnol. Sup. Buceo	ET COLO NIA	ET SUP. MARÍTIMA	ET UNIÓN	ET VILLAGARCÍA	ET ROCHA	ET SAN JOSÉ ESPINOLA
EMB <sup>10</sup>	FPB	Refrigeración									
EMS <sup>11</sup>	EMP	Refrigeración									
CAPACITACIONES	CP	Refrig. y aire acond.									

<sup>10</sup> EMB: Educación Media Básica. FPB: Formación Profesional Básica

<sup>11</sup> EMS: Educación Media Superior. EMP: Educación Media Profesional

Lo que podemos observar en este cuadro es el tipo de curso según el nivel educativo y la localización geográfica. Tenemos oferta de Educación Media Básica a través de un FPB en la Escuela Técnica de San Ramón (Canelones) y en Villa García (nordeste de Montevideo), de Educación Media Superior, EMP en Refrigeración en Melo, Colonia, Rocha y San José y en Montevideo en el Buceo, en Marítima y en Unión.

De acuerdo al análisis de las entrevistas podemos decir que la refrigeración es un servicio importante para varias cadenas productivas, incluso está muy asociado a la agroindustria nacional, como los frigoríficos, la industria láctea, esto hace sugerir que la oferta de EMP no está presente en departamentos como Salto, Paysandú y/o Canelones. En Canelones están localizados la mayor cantidad de frigoríficos del país.

Y en referencia a la posible instalación en el litoral, en una de las entrevistas consultamos sobre la posibilidad de instalar cursos de frío y dónde lo harían y respondió: *“...en Salto es una buena zona para, hay muchas empresas, muchas trabajan en frío, eso puede ser una base para dar entrenamiento, incluso la gente de, por decir algo, los departamentos que están alrededor de Salto puedan eventualmente acceder con cierta facilidad a participar en cursos. Después otra parte que es activa es la parte de Colonia, allá hay muchas empresas algunas grandes otras chicas que usan frío, las lácteas, las que procesan productos vinculados a la granja, hay una buena cantidad de empresas, eso podría ser una zona también.”*

En resumen según las opiniones de los entrevistados es pertinente por el desarrollo de la cadena láctea, con el sector primario y la industria estar presente en Colonia, San José, desde las propuestas educativas de refrigeración.

Por lo tanto es importante analizar la presencia y el desarrollo territorial local de diversos sectores productivos para decidir donde impartir la oferta educativa.

## 2) ANALISIS DE LA MATRÍCULA Y RESULTADOS<sup>12</sup>

### a) Orientación Refrigeración

Año 2017			
Dpto.	Escuela	Tipo de Curso	Orientación Refrigeración
CANELONES	E T San Ramón	Nivel 1 - FPB - Trayecto II, Módulo 1	21
CERRO LARGO	E T Melo	Nivel 2 - EMP - Año 1	27
MONTEVIDEO	E T Colón	Nivel 2 - EMP - Año 1	27
MONTEVIDEO	Superior Marítima	Nivel 2 - EMP - Año 1	21
MONTEVIDEO	Superior Marítima	Nivel 2 - EMP - Año 2	11
MONTEVIDEO	E T Unión	Nivel 2 - EMP - Año 2	13
MONTEVIDEO	E T Villa García	Nivel 1 - FPB - Trayecto II, Módulo 1	23
MONTEVIDEO	IT Superior Buceo	Nivel 2 - EMP - Año 1	20
MONTEVIDEO	IT Superior Buceo	Nivel 2 - EMP - Año 2	10
ROCHA	E T Rocha	Nivel 2 - EMP - Año 2	5
SAN JOSÉ	E T San José	Nivel 2 - EMP - Año 2	14
Total País:			192

Año 2016			
Dpto.	Escuela	Tipo de Curso	Orientación Refrigeración
CANELONES	E T San Ramón	Nivel 1 - FPB - Trayecto II, Módulo 1	14
CANELONES	E T San Ramón	Nivel 2 - EMP - Año 2	8
CERRO LARGO	E T Melo	Nivel 2 - EMP - Año 2	10
COLONIA	E T Rosario	Nivel 1 - FPB - Trayecto II; Módulo 3	11
MONTEVIDEO	E T Colón	Nivel 1 - FPB - Trayecto II; Módulo 3	8
MONTEVIDEO	Superior Marítima	Nivel 2 - EMP - Año 1	18
MONTEVIDEO	Superior Marítima	Nivel 2 - EMP - Año 2	14
MONTEVIDEO	E T Unión	Nivel 2 - EMP - Año 1	25
MONTEVIDEO	IT Superior Buceo	Nivel 2 - EMP - Año 1	22
MONTEVIDEO	IT Superior Buceo	Nivel 2 - EMP - Año 2	16
ROCHA	E T Rocha	Nivel 2 - EMP - Año 1	14
SAN JOSÉ	E T San José	Nivel 2 - EMP - Año 1	26
Total País:			186

<sup>12</sup> Los cuadros y el análisis de los mismos fueron realizados por Irene Viera del Departamento de Estadística del Programa Planeamiento Educativo.

<b>NOTA:</b>	Este año (2016) se dictaron <b>Capacitaciones</b> en " <i>refrigeración y aire acondicionado</i> " en las siguientes escuelas: Superior Salto (21 alumnos) y Técnica Colón (26 alumnos) / Desde 2017 no se encontró registro; Inefop ofrece curso de esa área para trabajadores en Seguro de Desempleo.
--------------	---

Año 2015			
Dpto.	Escuela	Tipo de Curso	<i>Orientación Refrigeración</i>
CANELONES	E T San Ramón	Nivel 2 - EMP - Año 1	13
CERRO LARGO	E T Melo	Nivel 2 - EMP - Año 1	22
COLONIA	E T Rosario	Nivel 1 - FPB - Trayecto II; Módulo 1	21
MONTEVIDEO	E T Colón	Nivel 1 - FPB - Trayecto II; Módulo 1	23
MONTEVIDEO	Superior Marítima	Nivel 2 - EMP - Año 1	30
MONTEVIDEO	Superior Marítima	Nivel 2 - EMP - Año 2	14
MONTEVIDEO	E T Unión	Nivel 2 - EMP - Año 2	10
MONTEVIDEO	IT Superior Buceo	Nivel 2 - EMP - Año 1	21
MONTEVIDEO	IT Superior Buceo	Nivel 2 - EMP - Año 2	14
ROCHA	E T Rocha	Nivel 2 - EMP - Año 2	12
SAN JOSÉ	E T Libertad	Nivel 2 - EMP - Año 2	10
<b>Total País:</b>			<b>190</b>
<b>NOTA:</b>	Este año (2015) se dictaron <b>Capacitaciones</b> en " <i>refrigeración y aire acondicionado</i> " en las siguientes escuelas: Superior Salto (35 alumnos); Técnica Colón (25 alumnos); Ecilda Paullier (15 alumnos); Nueva Helvecia (20 alumnos) y San Ramón (21 alumnos) / Desde 2017 no se encontró registro; Inefop ofrece curso de esa área para trabajadores en Seguro de Desempleo.		

Según la información proporcionada por el departamento de Estadística del Programa Planeamiento Educativo, con respecto a los alumnos matriculados de los tres (3) últimos años, de la orientación Refrigeración, el análisis de la matrícula es el siguiente:

\*La matrícula descende por efecto de que se fueron acotando las "capacitaciones" en esa orientación (cursos sin continuidad de salida laboral), hasta suprimirlas en el año 2017.



\*Los centros de estudio donde presenta una mayor continuidad este tipo de curso son: ITS Buceo y Superior Marítima. En el resto de las escuelas fluctúa, un año se abre un grado del curso y al año siguiente, el otro.

### b) Orientación Termodinámica

Orientación: <i>Termodinámica</i> (Código 923)				
Tipo de Curso: EMT (Código 49, son 3 años)				
Escuela	Grado que cursa:	Año		
		2015	2016	2017
ITS Buceo	1	26	14	2
	2	30	34	29
	3	25	15	33
	<b>Total:</b>	<b>81</b>	<b>63</b>	<b>64</b>

NOTA: Lo que se informa son "alumnos matriculados" (medición de alumnos activos al 30 de abril de cada año) / No tenemos respuesta de por qué el Grado 1 en el año 2017 registra solamente 2 alumnos.

El único centro que dicta Termodinámica es el ITS Buceo en Montevideo y con respecto a la información sobre los resultados anuales obtenidos por los alumnos que cursaron durante los años 2014; 2015; 2016, se adjuntan los cuadros siguientes.

Orientación: <i>Termodinámica</i> (Código 923)				
Tipo de Curso: EMT (Código 49, son 3 años)				
CANTIDAD DE APROBADOS SEGÚN GRADO DEL CURSO				
Escuela	Grado que cursa:	Año		
		2014	2015	2016
ITS Buceo	1	11	18	4
	2	11	14	23
	3	14	16	3
	<b>Total:</b>	<b>36</b>	<b>48</b>	<b>30</b>

NOTA: "Aprobado" es la categoría que identifica a los alumnos con fallo final de aprobación "total" o "parcial" del curso realizado durante el año t, quedando habilitados para cursar el grado siguiente o egresar (con previas) en t+1.

Orientación: <i>Termodinámica</i> (Código 923)				
Tipo de Curso: EMT (Código 49, son 3 años)				
CANTIDAD DE REPETIDORES SEGÚN GRADO DEL CURSO				
Escuela	Grado que cursa:	Año		
		2014	2015	2016
ITS Buceo	1	6	2	6
	2	8	8	9
	3	6	1	9
	<b>Total:</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>24</b>

NOTA: "Repite" identifica a los alumnos que no culminaron el grado que cursaban en el año t, o resultaron con logro insuficiente, de manera que al año t+1 se encontraron en el mismo grado.

Orientación: <i>Termodinámica</i> (Código 923)				
Tipo de Curso: EMT (Código 49, son 3 años)				
CANTIDAD DE DESVINCULADOS SEGÚN GRADO DEL CURSO				
Escuela	Grado que cursa:	Año		
		2014	2015	2016
ITS Buceo	1	4	6	4
	2	6	8	2
	3	9	8	3
	<b>Total:</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>9</b>

NOTA: "Desvinculado" distingue a los alumnos su curso durante el año t, y no se encontraron inscriptos en la matrícula (UTU) del año t+1.

En referencia a la orientación Termodinámica, el análisis es el siguiente:

Adjuntamos cuadro con los recuentos de "alumnos matriculados" de los tres (3) últimos años.

\*Se dicta en ITS Buceo.

\*Es un EMT (duración = 3 años)

\*La cantidad de alumnos disminuyó un 20% entre los años 2015 y 2016.

\*En 2017, por razones que se desconocen, el registro de bedelía consignó *solamente* 2 alumnos en el Grado 1 (es decir, 1° año).

## **CAPÍTULO III. ALGUNOS HALLAZGOS**

### **1) CONCLUSIONES-RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las entrevistas surge mayoritariamente la necesidad de un técnico con una formación más general, que tenga conocimientos de refrigeración pero también de otras áreas técnicas como la mecánica, la informática, con características de un trabajador polivalente.

La tensión que se observa es entre una formación general y otra específica, y la tendencia a la formación en resolución de problemas, tener una actitud reactiva, con conocimientos globales, si los formamos en refrigeración, que también tengan conocimientos de mecánica, de informática, etc. que les permitan resolver los problemas productivos con otra eficacia y en forma global.

Además otra cuestión que alimenta esta tensión es cuántos técnicos necesita nuestro mercado de trabajo, cuántos técnicos tiene que formar la UTU y que puedan insertarse en el mundo del trabajo, esa pregunta es válida para muchas carreras técnicas, que está íntimamente relacionada con las características de nuestro sector productivo, la cantidad de empresas, la diversificación productiva, la demanda de trabajadores, etc.

En este sentido podemos vincular esto con la información que pudimos recabar en el Encuentro Temático<sup>13</sup> sobre Mecatrónica realizado en el mes de setiembre en Fray Bentos, donde se expuso sobre la cuarta revolución industrial y la mecatrónica como una de sus tecnologías de base.

El cambio de paradigma en la industria denominada 4.0 está pautado la personalización de los productos, donde la empresa deberá prepararse para satisfacer la necesidad y requerimientos de los usuarios con productos a medida que los involucre en el proceso de diseño.

Por lo tanto los trabajadores van a necesitar competencias profesionales vinculadas con el control de las máquinas y el análisis de los datos. Un ejemplo sería el encargado de mantenimiento, va a tener información antes de que falle, para ejecutar un mantenimiento predictivo.

---

<sup>13</sup> Encuentros Temáticos Educación y Trabajo, Desafíos para la educación técnica. La Mecatrónica, Un paso necesario para la industria 4.0, setiembre 2017, Campus Litoral Sur en Fray Bentos.

Entonces las Tecnologías base de la industria 4.0, serían:

- big data y análisis: muchos datos, gente que sepa analizarlos
- realidad aumentada: superpongo el lente o teléfono celular
- datos a mundo real
- computación en la nube
- sistema de seguridad/espionaje
- mecatrónica
- internet de las cosas: cosas conectadas
- sistema de simulación
- Mantenimiento predictivo: guiado a distancia

De acuerdo a este diagnóstico la educación técnica, debe enfocarse en formar en el contexto del nuevo paradigma de la industria 4.0, es decir que se pueda adaptar a cualquier industria, ya que en la actualidad la tecnología va modificando los puestos de trabajo.

Los expositores también dijeron que la relación entre la mecatrónica y la industria 4.0 impulsan estos cambios.

Siendo la mecatrónica una rama de la ingeniería moderna que creó nuevos paradigmas tecnológicos, donde integró la Ingeniería Mecánica, la Ingeniería Eléctrica, Control y Electrónica y la Ingeniería Informática.

Es decir que en el S.XXI la mecánica, la eléctrica, la electrónica y la informática van avanzando y cada perfil debe estar complementado por otros saberes.

En resumen se presenta como importante para conformar el perfil profesional también conocer sobre los nuevos gases, la nueva normativa, los distintos tipos de cámaras, las tecnologías y los diversos sistemas como la dinámica de gases, la atmósfera controlada.

Si pensamos en el perfil de egreso se presentan varios como:

- Mantenimiento/repación equipos;
- Maquinistas frío, alimentos;
- Aire acondicionado y refrigeración;
- Cámaras frigoríficas;

- Industrial/servicios.

Sin embargo de acuerdo a las características del mercado de trabajo, y el nuevo paradigma de la industria 4.0, tanta especificidad limitaría la posibilidad de inserción de los estudiantes, planteándose la necesidad de tener una formación más amplia, que abarque un poco de cada perfil. En ese sentido sugerimos pensar en un técnico en refrigeración y climatización, que podría abarcar la industria, las áreas comerciales vinculadas al sector servicios, pero con conocimientos más amplios en mecánica, informática, electricidad, electrónica, para que pueda resolver problemas más globales y tener una mirada de los procesos industriales como un sistema.

## **2) CUESTIONES PENDIENTES:**

Como dijimos en la introducción este es un estudio exploratorio, el cuál es un primer paso para seguir avanzando en el área, por lo tanto se sugiere ahondar en el relacionamiento con las empresas como por ejemplo visitar alguna industria láctea, frigoríficos, industria farmacéutica, así como hacer un relevamiento del equipamiento de refrigeración en las Escuelas de UTU donde se imparte los cursos. Así como también entrevistar a trabajadores del rubro.

También planteamos revisar los datos de matrícula y resultados, observando que los cursos de refrigeración son de FPB, que corresponde a Educación Media Básica y EMP, que corresponde a Educación Media Superior, pero que si no tienen un BP (Bachillerato Profesional), no acreditan segundo ciclo terminado y no tienen la posibilidad de tener continuidad educativa, por ejemplo en el caso de que se pensara en una carrera terciaria en refrigeración, tendríamos que resolver esto. Asimismo el curso de Termodinámica es un EMT, por lo tanto acredita segundo ciclo y permite la continuidad educativa pero en el 2017 no se abrió primer año. Sin embargo este curso en varias entrevistas lo recordaban y lo asociaban con la Escuela del Buceo aparentemente tenía cierto reconocimiento en el medio.

## ANEXO

Visita al Data Center Antel, Polo Tecnológico de Canelones<sup>14</sup>: transcripción de parte de la entrevista, donde se describe en detalle el sistema de refrigeración allí ubicado (junio 2017).

Descripción de una sala de datos y su sistema de acondicionamiento térmico: “...el fin de esto es que los clientes guarden su información dentro de los racks, nosotros ahí le damos diferente tipo de servicio medio rack, un rack entero, servicio de conectividad, servicios agregados, equipos, le arrendamos, le vamos dando más valor dentro del rack que ellos quieren contratar.”

“la forma de visualizarlo es por ejemplo una unidad imagínense que es la torre de la computadora aplastada y la ponen así nomás, entonces el rack lo que tiene son 42 unidades por eso la necesidad de refrigeración y demás que tiene.”

“los equipos que se ponen en los racks toman el aire frío por adelante y lo tiran caliente para atrás.”

“...es lo que se llama el pasillo caliente, vos tenés confinado la parte caliente y la parte fría, tenés ducto pasa a través de los racks se calienta sube y esto conecta con un pleno retorno que ese pleno lleva a las unidades manejadoras de aire...”

“esto es novedoso porque nosotros en Antel no teníamos pasillo caliente, ...son abiertos, y que pasillo frío tirábamos aire frío por acá, y sale por el otro lado, hay intercambio y sos menos eficiente, en este caso estamos mucho mejor”.

“...la industria en realidad es bastante nueva en incorporar gente de mecánica y de cosas a los datacenters en realidad empezó con perfiles de informáticos, esto por ejemplo de los pasillos cerrados es relativamente nuevo tendrá 20-25 años no tiene más de eso”.

“porque se empieza a mejorar la eficiencia”

“...tenían un costo operativo enorme y ahí empezaron a hacer hincapié en reducir el costo de la refrigeración y se empezaron a desarrollar este tipo de cosas...”

---

<sup>14</sup> <http://antel.com.uy/datacenter/>. Data Center Internacional Ing. José Luis Massera: Este nuevo emprendimiento brinda soluciones para proyectos empresariales, especialmente aquellas pertenecientes al sector financiero, proveedores de servicios sobre Internet, grandes empresas comerciales y de tecnología de la información, sector salud y sector público.

Tiene como objetivo dar respaldo y brindar seguridad a los activos digitales de empresas de la región. Además ofrece un mejor acceso a tecnologías de almacenamiento de gran capacidad en la nube para usuarios particulares.

Otra de sus funciones primordiales es albergar una sala de informática y sus áreas de soporte.

“y el boom tecnológico hizo que también vos requirieras más de densidad de cosas no”

“cada vez más, cada vez el servidor como ves acá es más potente”

“es más potente consume más”

“necesita más frío tira más caliente y procesa mucho más”

“En el aire lo mismo yo preciso si a mí cuando tengo la sala llena se me apaga el aire empieza a levantar calor la sala y se me van a empezar a apagar los equipos, entonces preciso tener también todos los sistemas de aire redundante para que siempre pueda refrigerar y estar en la temperatura que yo le aseguro al cliente que es 21° acá en la puerta”.

“...el retorno de aire caliente es exterior al techo que está acá y va a ir hacia la parte de refrigeración que es allá atrás que ahora vamos...”

“...esta es la parte de acondicionamiento...” “...es un sistema de kyoto puro y un sistema holandés que lo que hace es utilizar el frío del exterior tiene una rueda de intercambio entonces lo que hace a flujo cruzado es cuando el aire de afuera lo permite, prende unos forzadores que tiene en planta baja el aire atraviesa la rueda de intercambio la enfría, esa rueda fría sube hacia arriba hacia el primer piso, y en el primer piso hay un circuito cerrado con el aire de la sala que va por los ductos pasa por los racks, vuelve por el pleno e ingresa a ese primer piso por eso indirecto porque no hay mezcla de aire sino que el intercambio es por la rueda.”

“...el compresor que es lo que te consume energía eléctrica, era lo que les comentaba hoy, los operadores se dieron cuenta de que el 40% del consumo total del Data Center era de refrigeración, entonces empezaron a desarrollar cosas para disminuir el consumo del aire, esta es una de las medidas que se toma para disminuir consumo, el consumo mayoritariamente lo tenés en los chillers que son el sistema que te refrigeran, esto te disminuye las horas del chillers prendido.”

“...después se filtra el aire y después por último si necesitarás librarte de los 30° afuera utilizas el sistema de agua helada que son los serpentines, básicamente los radiadores, eso tiene válvulas motorizadas regulables que lo que hacen es tienen una medición inmediatamente después de la serpentina temperatura y humedad que tiene ese point de la sala y con eso regula la apertura de la válvula. En realidad esto viene con una lógica integrada que es ese tablero que estaba ahí adentro que lo que hace primero regula la velocidad de la rueda, que puede girar hasta 6 rpm como máximo sino le da con la velocidad de la rueda empieza a aumentar el caudal adentro sino le da con eso empieza a aumentar la apertura de la válvula y con esos parámetros juega hasta que logra tener la temperatura de la sala. A su vez esto tiene mediciones dentro de la sala de diferencias de presión...” “...calcula que caudal de aire tiene que mandar. Con ese caudal de aire que tiene que mandar lo manda y después tiene una regulación más fina con esos sensores de presión que lo que hace se ajusta hasta que la diferencia de presión sea cero, cosa de no empujar el aire a través del rack sino que solamente dejarlo en la sala. Por

eso es que además es muy exigente porque tiene una regulación bastante ajustada de lo que la sala necesita y es reactivo con lo que la sala necesita, toma valores desde la sala y desde lo que consume la sala, que eso es bastante novedoso para la industria de la acondicionamiento térmico.”

## **LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS**

ING. JORGE LOEFF- FRYMON S.A.- proveedora de equipos de frío

ARQ. Juan Andrés MORLAN- BROMYROS S.A. – fabricantes de paneles de aislación de cámaras frigoríficas

PEDRO CURTO-DIRECTOR, ANA URQUIOLA, GABRIEL PISCIOTTANO- IMPI INSTITUTO ING. MECÁNICA Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL – FACULTAD DE INGENIERÍA-UDELAR

Miguel Techera- Encargado Planta Frigorífica JUMECAL- Cooperativa agraria de fruticultores

Ing. ALDO CAL (Gerencia de Calidad) - SANTIAGO CORREA (Analista en infraestructura y Proyectos de la Industria Cárnica) - INAC (Instituto Nacional de Carnes)

Ing. Diego Durán, Gerente Sector Operación y Mantenimiento Data Center Sub Gerencia General Estrategia de Negocio; Ing. Macarena Bentancor - DATA CENTER ANTEL – PARQUE INDUSTRIAL DE PANDO -

SRA. SELVA HERNANDEZ, GERENTE DE CALIDAD - CORFRISA (CORPORACIÓN FRIGORÍFICA DEL URUGUAY S.A.) -



