

Instrumentación-2022

Juan-Carlos Letelier (*Ph.D.*)
Departamento de Biología
Facultad de Ciencias
Universidad de Chile

Marzo 2022

Feriatos Relevante:

MARTES 21 de Junio (Día Nacional de los Pueblos Indígenas).

PAUSA ACADÉMICA:16-20 de Mayo.

Capítulo 1

Como enseñar en una Universidad del siglo *XXI*?

1.1. Como enseñar a aprender y a enseñar?

Un problema muy real de la educación universitaria es como “enseñar” de manera efectiva en el siglo XXI. El modelo tradicional de la clase por una fuente de conocimiento que “llena” las mentes de datos, información y conocimiento de sus alumnos hace rato que dejó de ser valida. Además para el contexto del tiempo en el cual uds. serán personas activas (2025-2070) los simples “datos” no servirán. En esta nueva fase de organización del planeta se requerirán nuevos enfoques y nuevas emociones para poder avanzar. Creo necesario, antes de llegar al meollo de este documento, explicitar algunos hechos sociales, históricos y políticos que nos rodean y, desde un poderoso segundo plano, definen nuestro futuro.

1. La ciencia y la tecnología, desde 1914, se han convertido en un motor fundamental de las economías complejas. Reflexiones sobre los siguientes inventos y su importancia económica; Aviación, Antibioticos, Energia Nuclear, Electronica, Computación, Biomedicina (anestesia, transplantes, vacunas,...), Tecnologías de la comunicación (Internet, Facebook, ...etc..), Nuevos materiales (Kevlar, protesis...) y todo esta aderezado con un arsenal nuclear de 14900 bombas nucleares cada una con una potencia de aproximadamente 15 bombas de Hiroshima.
2. En todo el siglo *XX* el mecanismo básico del capitalismo (que es al

acumulación del capital y maximizar ganancias) ha funcionado estupidamente. Al punto que, a pesar de detalles cosméticos, todas las economías funcionan con el mismo principio. La URSS se auto-disolvió en 1991 (sin disparar casi un tiro!! muy increíble) y la China “comunista” es la segunda economía capitalista del planeta. Todo esto es sorprendente y ningún intelectual europeo (o latino-americano) lo predijo hacia 1965.

3. Muchas personas creen que LA ciencia del siglo *XXI* será la biología. Que pronto veremos, gracias a ideas como *Systems Biology* o *CRISP/CAS9* o *BMI* inimaginables avances biomédicos. Por eso es que la cantidad de *Ph.D.* en áreas “bio” aumenta a un paso muy rápido en China e India (algo muy malo para Uds.) vea este gráfico (<https://goo.gl/6gRMSw>). Uds. están en la ciencia del momento ..pero un poco “off-center” es decir en la periferia del mundo donde realmente se construye la I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) (RD en inglés). Pero esta desventaja tiene arreglo si se trabaja duro y se chatea menos.
4. En la práctica la educación que ud. reciben .. es buena ...pero lo principal es transformarlos a uds. en “máquinas de aprender”. La velocidad de creación de nuevas ideas y técnicas es tan grande (piense en BIG-DATA o en *CRISP/CAS9* o en la detección de las ondas gravitacionales) que nosotros debemos tratar de que “aprendan a aprender”.

Existen varias nuevas maneras de “enseñar” a nivel universitario. De hecho la Universidad de Chile, junto a otras miles, ha decidido un curso de acción que se llama *enseñanza por competencia* (EpC). De que se trata esta técnica educativa?

1.2. Enseñanza por competencia

La Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, creada en 1965, ha tomado la decisión de cambiar nuestra filosofía de enseñanza basada en “pasar contenidos” (pasar materia es otro nombre) a otra llamada “enseñanza por competencias” (EpC). La idea detrás de la EpC es que en su educación universitaria uds. deben adquirir “competencias” que les permitan justamente manejar el complicado mundo del siglo *XXI*. Cada curso debe entonces

hacer una lista de estas competencias (i.e. integrar datos de múltiples fuentes) y establecer los mecanismos como se puede adquirir esta competencia (i.e. haciendo una tarea específica que integre datos de astronomía con datos de la biología) y generando métodos adecuados de evaluación. En EpC la evaluación toma un valor muy importante ya que hay que “objetivamente” evaluar. Esta tecnología de la enseñanza ha generado una verdadera “escuela” (religión dirían otros) y yo, una persona disciplinada, seguiré esta filosofía de la educación ..pero con algunos cambios que mis 42 años de docencia universitaria (comencé como ayudante de *Calculo I* en esta facultad en 1977) me permiten hacer.

En todo caso yo estoy de acuerdo que la simple clase expositiva actual (Profesor+PowerPoint) no es la manera ideal de entrenar personas en cosas complicadas. QUE PIENSAN UDS? Le gustan las clases? Existirá otro método de hacer docencia universitaria?

1.2.1. Competencias que se deben adquirir

En el esquema de EpC es muy importante definir la lista de competencias que se van a aprender en un curso. Claro que aquí hay un balance entre cosas muy generales (i.e APRENDER A INTEGRAR CONOCIMIENTO PREVIO) y cosas muy específicas que talvez no debiesen estar (i.e. aprender el código de colores de las resistencias thru-hole). Aquí una proto-lista de competencias que yo creo que hay que fomentar

1. integrar conocimiento obtenido en sus cursos de Física, Matemáticas, Química y Biología.
2. usar aproximaciones para resolver problemas donde la información es incompleta (...cuantos ...XXX piano. hay en Santiago)
3. elementos de programación
4. Entender la noción de un DATASHEET
5. conocer los principios que sustentan varios instrumentos tradicionales (espectrofotómetro, los sistemas de fluorescencia, los sistemas automatics de control de variables (i.e. temperatura))
6. conocer los bloques funcionales de varios instrumentos modernos

7. La instrumentación científica como area de desarrollo personal
8. relacionar la capacidad industrial de una sociedad con su capacidad de diseñar nuevos instrumentos.
9. Leer trabajos de revista especializadas (SENSORS, SENSOR JOURNAL, ..etc..)
10. Poder escribir un programa de computación simple y así entender la importante noción de ALGORITMO.

1.3. *Instrumentación un curso de Integración*

Talvez la competencia mas importante de este curso es INTEGRAR ideas, nociones y datos que uds. han visto en muchos cursos para así poder entender como se construyen instrumentos científicos que se usan. En las ciencias biomedicas existen instrumentos absolutamente “mágicos” por ejemplo podemos ya secuenciar TODO el genoma humano en menos de 72 horas por menos de US5000. Se han inventado microscopios (microscopia de luz estructurada) que van allá de la resolución del limite (se acuerdan?)

$$d = \frac{\lambda}{2 \cdot (NA)}$$

Es decir puedo detectar objetos de $100nm$ usando luz UV ($350nm$) Pues bien para construir (y usar) los instrumentos actuales y del futuro es necesario dominar VARIAS ideas provenientes tanto del mundo de la teoria como de la practica. Por eso, por esta visión de *horizonte* es que digo que este curso es un curso donde se integra su educación obtenida en cursos previos. Pero en todo caso aquí se presenta una lista (sin un orden especial) de las competencias que (espero) uds. puedan adquirir en Instrumentación-2022

- Integrar conocimientos previos de Física, Química, Matemática y Biología para entender como funcionan los instrumentos mas usuales usados en investigación biomédica.

- Saber elementos de programación. Todos los instrumentos modernos son, pequeños computadores. Por ello es importante comenzar a aprender programación de computadores.
- Todos los instrumentos modernos “se enchufan” es decir tienen componentes que se calientan, se enfrían, que producen luz, que miden parámetros físicos (algunos de ellos muy complicados), motores, bombas y el computador que organiza todo. Por ello es necesario adquirir algunos conocimientos intermedios de electrónica (y mecánica) moderna.
- Trabajar en equipo ya ningún proyecto es solo el resultado de una persona .. es siempre la acción de un equipo. En todos los equipos hay líderes y laucheros ... hay que aprender a vivir con todos ellos, todos aportan.
- Entender y explicar el funcionamiento de los principales instrumentos usados en biomedicina.
- Construir un objeto. Según la *Biología del Conocer* “Conocer es Hacer”. Por lo tanto la verdadera prueba de que se “sabe algo” es construirlo..Por ende el curso Instrumentación-2022 se enfoca en que los alumnos aprendan a construir un instrumento como entidad real del mundo “tocable” (pregunta: A cuanta gente conoce Ud. que se gana la vida, en Chile de 2022, fabricando “cosas”?). En esta tarea se aprende también a trabajar en equipo
- Comunicar. La ciencia moderna (y la tecnología) tiene un componente muy importante de NARRATIVA. Hay que saber expresar argumentos y presentarlos en una red coherente de ideas escritas en forma adecuada. nada de eso enseñamos en forma sistemática en nuestra facultad. Por lo tanto algunas de nuestras actividades apuntarán en esa dirección. (Que saben uds. del proceso de publicación de un trabajo científico ... y de la obtención de patentes?)

1.3.1. Competencias, en el dominio de la electrónica, que debe dominar un IngBiolMol

Para mostrar una definición (con un nivel mas grande de precisión) aquí va una lista de las “competencias” que yo estimo debe saber los alumnos de

este curso al terminar respecto de la competencia genérica de “saber electrónica a nivel intermedio”:

- Usar un voltímetro y resistencias para medir la energía guardada en una batería eléctrica.
- Diseñar conceptualmente un sistema de potencia (basado en baterías de plomo de 12/24 volts) que permite a una casa convencional subsistir por 24 horas.
- Producir un *probador de fase*, es decir el adminículo que sirve para distinguir la *fase* del *retorno* en una instalación AC.
- Evaluar cuantos Watts, Amperes y Volts se pueden extraer de un placa solar.
- Diseñar un circuito, y construirlo, para calentar un pequeño volumen de agua y despues enfriarlo con perfiles dados de T versus *tiempo*.
- Usar un voltímetro para distinguir entre materiales conductores, aislantes y semiconductores.
- Contruir una fuente de poder que transforme 220VAC en 12VDC
- Explicar las diferencias entre una fuente *analogica* y una fuente *switching*, ademas explicar los puntos usuales de falla de estas fuentes.
- Usar un osciloscopio para medir la constante de tiempo de un simple circuito RC.
- Construir un circuito del tipo FILTRO PASA BAJO usando resistencias y condensadores y mostrar su comportamiento usando un osciloscopio y un generador de onda.
- Construir un simple circuito que sirva para explicar las diferencias entre *voltaje* y *corriente*.
- Construir, usando un transistor bipolar, un simple circuito ON/OFF. Explicar su funcionamiento.
- Construir diversos tipos de circuitos que generen LUZ usando distintos materiales y principio fisicos.

- Construir un circuito, y analizar su eficacia usando un osciloscopio, que muestra la generación de luz por semiconductores a la vez que la detección de luz por estos mismos semiconductores.
- Formular pequeños problemas de medición de voltaje y corriente en circuitos con componentes pasivos (R,C y diodos) y con componentes activos (transistores bipolares)
- usar circuitos integrados modernos, como termómetros digitales tipo DS18020) o luxómetros, para medir parámetros físicos (temperatura y presión)
- Hacer un circuito que utilice un motor *paso a paso* (stepper motor).
- Resumir y explicar trabajos modernos que analicen el futuro de la importancia de la electrónica en las diferentes biotecnologías.

Como se puede ver si se pudiesen lograr adquirir este sub-conjunto de competencias sin lugar a dudas se habría avanzado mucho en su formación en el ámbito de la ciencia y tecnología. Pero, en el formato de EpC, falta aún un componente importante para ayudar a que uds. adquieran estas sub-competencias en el sub-dominio de la “electronica”, lo que falta es la EVALUACION.

En la lógica de la EpC EVALUAR no es lo mismo que “hacer una prueba” algo que en general solo mide conocimiento adquirido (basado en memorización y algo de integración). La evaluación, en la optica de EpC debe efectivamente medir (de manera objetiva, predecible y anunciada) el dominio de una competencia. Esta “medición” es complicada de hacer para muchas competencias y es por esto que la manera mas popular de “poner notas” ha sido por el expediente de las pruebas que miden conocimiento y/o memorización. Pero un poco de reflexión (e imaginación) sirve para crear nuevos mecanismos evaluativos orientados a EpC.

Hacer una buena evaluación es esencial en EpC.. y hacer esto bien es MUY DIFICIL (dicho sea de paso la mayoría de las “preguntas de alternativas” están mal hechas como las preguntas de desarrollo. hacer buenas evaluaciones es una tarea complicada. En Instrumentacion-2022 las evaluaciones van a tener algunos “nortes” como:

- incrementar su habilidad de leer textos en inglés

- trabajar en grupo
- entender un *datasheet* de componentes electronicos.
- construir *cosas* (que pueden ser *cosas* conceptuales)
- escribir, escribir y escribir
- sintetizar.....
- exponer
- integrar

1.4. Acerca de su futuro

Es importante no perder de vista el objetivo de largo plazo que consiste en que uds. (es decir nuestros alumnos) puedan tener trabajos de alta calidad donde puedan desarrollar sus muchas y seguras potencialidades .. y alimentar una familia en forma decente. Pero lograr este objetivo no es fácil, sobretodo si se parte del “Reyno de Chile” que siempre ha estado en la periferia del mundo. Como ya dije mas arriba una de las consecuencias de la globalización es que se compite contra **todos** (Chinos, Indios, Japoneses, Europeos,) y muchos de ellos están muy bien preparados tanto en el aspecto técnico de sus disciplina .. como en la necesaria cultura general que se debe tener. Por estas condiciones “objetivas” es que es labor de uds. usar la experiencia de cada curso (especialmente de Instrumentacion-2022) para ser mejores personas y profesionales en las reas de la ciencia y la tecnología. Se les recuerda que los trabajos “buenos” son pocos y hay mucha competencia para obtenerlos. Dicho de otra manera: EL mundo actual, debido a la sobrepoblación de capital humano muy calificado, se ha vuelto un lugar muy complicado para jóvenes investigadores en el campo de la Ciencia y la Tecnología.

Por ello es responsabilidad de todos (académicos y alumnos) de sistemáticamente avanzar en el objetivo fundamental de hacer de todos nosotros mejores personas .. y en ese objetivo ojala que varios puedan obtener las posiciones que merecen. En este asunto de la responsabilidad yo, que como todos soy pecador, reconozco mis falencias y espero poder mejorarlas día a día con su ayuda. En forma simetrica estoy seguro que cada uno de uds. debe reconocer en si *patrones conductuales* (ser impuntual, ver demasiada teleserie turca,

carretes infinitos, no llegar a clases, ...) que atentan a su excelencia en el actuar. Es muy difícil cambiar nuestros patrones conductuales..... pero podemos comenzar tratando de ser puntuales y llegar a clases.

1.5. 18 semanas de clases, 36 sesiones: CALENDARIO

- Instrumentación2022 comienza el Miercoles 15 de MARZO de 2022
- ...termina (in theory, actual reality can be different) el Jueves 22 de JULIO 2022
- .. las tres primeras sesiones de laboratorio (que son los martes) serán también sesiones de clases.

1.6. Aprobación del curso

Hay varias normas importantes en este curso.

1. Los laboratorios son actividades obligatorias. Si falta a un laboratorio tiene que tener un justificativo adecuado. Es muy grave faltar a las sesiones de laboratorio.
2. Se debe llegar a lo hora a los laboratorios. La sesión comienza a las 9AM (no a las 8:30AM), damos así media hora de gracia ..pero llegue a la hora!
3. Se debe tener delantal para los laboratorios. Esta es una norma transversal de la escuela de pregrado, hay que cumplirla.
4. La asistencia a clases no es obligatoria ...pero si aconsejable. De hecho se pasa LISTA DE ASISTENCIA a las 9:30AM (además hay razones asociadas a la pandemia por la cual hay que pasar lista).
5. NO HAY QUE HACER INFORME DE LABORATORIOS (en general) ..pero si tener un cuaderno donde se anotan las observaciones e ideas relevantes.

6. Se van a pedir DOS informes de laboratorio..estos son informes bastantes completos donde van a tener que trabajar en forma intensa. Estos informes llevan notas
7. Hay una prueba de materia ,
8. Hay que hacer un proyecto grupal que es construir un instrumento. Este proyecto además debe incluir un documento sobre la teoría de operación del instrumento.
9. Las ponderaciones son: Prueba 1= 25 %, Prueba 2= 25 %, LabInformes = 10 %, Proyecto = 40 %.

Cuadro 1.1: Ponderación de actividades–tentativas

Actividad	Porcentaje	Fecha aproximada
Prueba 1	25	26 Abril
Prueba 2	25	28 Junio
Informes Lab	10	1 Mayo/1 Julio
Proyecto	40	12 Julio

10. No pongo malas notas ... recuerde que su futuro está en sus manos... y no en las mías. Además que el mundo moderno es realmente complicado y que las buenas ”pegas”le llegan a los estudiosos, a los autónomos y a los que no se quejan en en forma sistemática.
11. Lea, una vez a la semana, el sitio: www.retractionwatch.com
12. Este curso, como muchos cursos de pre-grado, es solo una aproximación inicial a un area fascinante que solo crece y crece...
13. Aprenda a usar \LaTeX ! y otras herramientas *open source*. Desteteze de EXCEL!
14. Tome algún curso en COURSERA! (programación en Python? www.coursera.org)
15. Aprenda a programar Processing o Julia. En este curso le daremos un barniz de programación en IGOR.
16. vea este journal goo.gl/BgEs7o hay muchos similares .. encuentrelos!

17. *Material Science* .. es algo importante .. el diseño de nuevos materiales es el futuro!
18. esté al tanto de noticias como: <https://goo.gl/7mez52> y otras de BIOTCH NEWS.(vea esto! <https://goo.gl/483gm9>)
19. Tenga un buen cuaderno
20. 2022 será un año complicado.

1.7. Reglas Especiales COVID (Comunicado decanatura 11-Marzo-2022)

1. Se exigirá a todo estudiante el pase de movilidad habilitado, cuyo control se realizará digitalmente con el código QR en su celular o impreso, o en su Carnet de Identidad que tenga habilitado este código, al ingreso del sector de los aularios de nuestra Facultad. De no contar con esta habilitación, deberá mostrar su correspondiente PCR semanal para ingresar.
2. Tanto los docentes como estudiantes deberán portar sus mascarillas de protección de manera obligatoria, recomendándose las de tres pliegues o del tipo KN95. En caso de ser necesario, en el hall del Pabellón G existirá una unidad de apoyo con mascarillas de repuesto para quienes no porten la suya o requieran un reemplazo en el transcurso del día.
3. Las clases teóricas en las aulas deberán ceñirse a un tiempo máximo de una hora en cada uno de los tres bloques de la mañana (1^o, 2^o y 3^o) y de la tarde (4^o y 5^o), esto permitirá dar un tiempo de 45 minutos para su ventilación y adecuada sanitización de piso y sillas por el personal de aseo a cargo de estas tareas en estos dos aularios.
4. Los profesores deberán pasar Lista de Asistencia de todos sus alumnos, para así poder establecer la trazabilidad del grupo asistente, en caso de producirse un contagio. Además, deberán exigir en todo momento la mascarilla en el alumnado y no se podrá consumir alimentos durante la hora de clases.

5. En las salas pequeñas, la distancia que deberá mantener el profesor de la primera fila alcanza a casi dos metros, distancia establecida como suficiente por la Comisión Covid-19, por lo que se recomienda no circular entre las filas para evitar disminución de la distancia social.

Capítulo 2

Programa

2.1. Introducción y Objetivos

El curso de *Instrumentación-2022* es un curso donde se integra el conocimiento que Uds. han recibido en los sgtes cursos

1. Física elemental
2. Termodinámica
3. Calculo

Además les va enseñar elementos de *Electrónica y Programación de Computadores*. Finalmente trataremos de enseñar elementos de como HACER y CONSTRUIR instrumentos.

Hay que hacer notar que estamos viviendo una verdadera revolución en el ámbito de la instrumentación. Aquí damos algunos elementos que muestran esta revolución en marcha:

1. La *Ley de Moore* parece seguir gozando de buena salud. Las consecuencia de esto nos van a llevar a:
2. *The Internet of Things* se sospecha que en el futuro todos los objetos (tazas, motores, abejitas(?)..) vana tener su propia pagina web donde van a poder subir los datos que generan y las acciones que hacen..

3. Esto nos lleva la revolución del *Big Data* pro la cual en 20 años todos van a tener secuenciado su ADN. Ojo. el costo de secuenciación, por genoma, ha bajado de cientos de millones de US\$ a solo unos US\$ 2000
4. En Febrero 2016 se anunció la detección de las primeras *ondas gravitacionales* que comprimieron el espacio una fracción del diametro de un protón por metro (!!9 ..¿Como se hace esa magia?)
5.pero parece que *Moore's Law* no puede seguir para siempresabe ud. cuan ancho son los "cables" en los chips de ultima generación? (14nm = 140,0 Å)

2.2. ..los detalles prácticos del Horario y Feriados

Instrumentación tiene clases los dias MARTES y MIERCOLES. Este año los feriados relevantes son:

1. Semana 16-20 de Mayo (Pausa)
2. MARTES 21 de JUNIO(nos influye)
3. ojala no haya alteraciones extrañas a este calendario.

2.3. Porque enseñar *Electrónica y Programación de Computadores*?

La biotecnología moderna es mucho mas que manipular *genes*, tambien consiste en *ingeniería de tejidos* (<http://goo.gl/JnOx2x>), *diseño de instrumentos* (<http://goo.gl/q6Z1I7>) o *creación de nuevos algoritmos* (<http://goo.gl/NhdL83>). Como es obvio que las nuevas tecnologías TIC (Technologies of Information and Communication) van a ser una verdadera revolución es que este curso dá el brochazo necesario para que uds. sepan -al menos- que hay todo un mundo biotecnologico que depende de las TIC .. y no solo de los genes. No puedo dejar de enfatizar que una buena parte de la futura "biotecnología" tambien

tendrá que ver con *Robótica, Brain Machine Interface* y el diseño de máquinas inteligentes y hasta que talvez tengan emociones y sean realmente autónomas.

2.4. Programa y horario

El semestre Otoño-2022 comienza el 14 de Marzo de 2022 y termina el 22 de Julio de 2022. Estas son 18 semanas y hay solo un feriado relevante que interrumpe nuestras reuniones semanales (el dia del 1 de Mayo de -2018).

Cada semana hay dos sesiones. la sesión de los MARTES es un LABORATORIO y de asistencia obligatoria, la de los MIÉRCOLES es una sesión de CLASES y de asistencia optativa .. pero aconsejo asistir. Pero en las dos primeras semanas solo tendremos clases. Los dos primeros martes la sesión de laboratorio será una sesión de clases .. pero se debe asistir (martes 13 de marzo y martes 20 de Marzo). Un detalle del contenido de las clases y sesiones de laboratorio se encuentra a continuación: