



# VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

**Lliçó magistral del prof. Dr.  
Enrique J. Dede pronunciada  
en l'Acte d'Obertura del Curs  
Acadèmic 2022 - 2023 de la  
Universitat de València.**

València, 9 de setembre de 2022

Excma. i Mgfca. Rectora de la Universitat de València,  
Excmes. i Il·lmes. autoritats,  
Companyes i companys, amigues i amics, senyores i senyors,

És per a mi un honor poder pronunciar la lliçó magistral d'obertura del curs 2022-23 en aquest espai singular, el Paranimf de la Universitat de València, universitat en què he tingut el privilegi d'haver-se'm permès desplegar tota la meua activitat universitària.

Aquesta lliçó magistral versa sobre l'electrònica, el seu passat, el seu present i el seu futur, així com sobre la influència que ha tingut la Universitat de València en el seu desenvolupament a la Comunitat Valenciana.

L'electrònica és una branca del coneixement que comprèn la física, l'enginyeria, la tecnologia i les aplicacions que tracten del control dels electrons en el buit i en la matèria.

L'avanç de l'electrònica ha sigut, en els últims 75 anys, espectacular. Per posar un exemple, el primer ordinador totalment electrònic, l'ENIAC1, presentat el 1945, ocupava 140 m<sup>2</sup> i el seu pes era de 30 tones. Avui tenim ordinadors portàtils, amb moltes més prestacions, que pràcticament caben a la butxaca.

## **Passat i present de l'electrònica**

El 1906 es considera l'any de naixement de l'electrònica, gràcies a la invenció per part de Lee de Forest del tríode de buit, que va permetre la fabricació dels primers amplificadors de so,

receptors de ràdio i televisors.

El 1948 es va fer un pas de gegant en l'avanç de l'electrònica amb la invenció, per part d'investigadors de la Bell Laboratories dirigits pel físic Schockley, del transistor bipolar i que per això va rebre el premi Nobel de Física el 1956.

Aquell mateix any es produeix un altre punt d'inflexió important en la història de l'electrònica. S'inventa el tiristor, que constitueix l'inici de l'electrònica de potència mitjançant semiconductors. En 1957 Siemens construeix la primera locomotora amb tiristors.

Fa 64 anys, en 1958, naix la microelectrònica. Aquell any, J. S. Kilby, de Texas Instruments, va materialitzar el primer circuit integrat semiconductor i l'americà Noyce va millorar la tècnica d'integració de Kilby, que va permetre el pas a la producció en massa de xips. En aquelles dates s'aconseguia integrar en un xip uns 500-800 transistors. En l'actualitat s'integren 30.000 milions de transistors en un xip.

El 1971 Texas Instruments presenta el primer microprocessador comercial. La primera aplicació d'aquest nou dispositiu va ser la calculadora de butxaca.

El microprocessador ha tingut i té un protagonisme fonamental en el desenvolupament de pràcticament tots els sistemes electrònics, com ara ordinadors, telèfons mòbils, maquinària, robots industrials, indústria automobilística, etc.

Al voltant de 1970 s'inicia la tercera revolució industrial a través de l'automatització dels processos productius, especialment en el

sector automobilístic. És l'inici de l'ús de robots industrials i dels controladors de lògica programable (PLC) per a l'automatització i el control i supervisió centralitzada de la producció.

Es considera la dècada de 1980 com la del naixement de la nanoelectrònica, que té com a punt de partida la cèlebre conferència, de desembre de 1959, del físic Feynman titulada “*There is plenty of room at the bottom*”, en què afirmava que en el futur seria possible mesurar i controlar la matèria en l'escala atòmica.

En l'actualitat, en l'àmbit del maquinari o hardware, ens trobem en el trànsit real de la microelectrònica a la nanoelectrònica. *More Moore, More than Moore* són les principals tendències tecnològiques de miniaturització dels xips electrònics avui dia. En l'àmbit del programari o *software*, la internet de les coses, la intel·ligència artificial i les dades massives (*big data*) són disciplines habilitadores de futurs desenvolupaments i en l'àmbit de processament de l'energia elèctrica, semiconductors de potència de tercera generació, com el carbur de silici i el nitrur de gal·li, permeten avui dia eficiències inassolibles amb el silici.

## **La influència de la Universitat de València en el desenvolupament de l'electrònica a la Comunitat Valenciana**

Després d'aquesta breu revisió històrica de l'electrònica donaré a continuació una breu visió personal de l'evolució de l'electrònica a la Comunitat Valenciana i de l'aportació de la Universitat de València al seu desenvolupament.

L'electrònica al voltant dels anys 1960 era una gran desconeguda a la nostra comunitat, tant en l'àmbit acadèmic com en l'industrial. L'única electrònica en aquella època era la que feien radioaficionats i aficionats als sistemes d'àudio.

En l'actualitat una multinacional alemanya, situada al Parc Tecnològic de Paterna, ha implantat un centre d'R+D per a desenvolupar sistemes electrònics avançats per al sector de l'electromobilitat.

Una multinacional americana dedicada a la microelectrònica té al Parc Científic de la Universitat un centre de desenvolupament dels seus productes.

Una coneguda empresa valenciana situada a Lliria i amb presència global ofereix convertidors electrònics avançats de potència per a aplicacions com ara electromobilitat, energies renovables, etc.

Una coneguda multinacional alemanya del sector de l'automoció instal·larà d'ací a poc una megafàbrica a Sagunt per a la producció de bateries per a vehicles elèctrics.

I així un llarg nombre d'empreses nacionals i internacionals que tenen l'electrònica com a objecte del seu negoci han triat la Comunitat Valenciana per a suport en les seues activitats i, especialment, per a les seues activitats d'innovació.

Segons algunes fonts consultades, una de les causes per les quals la nostra comunitat està convertint-se en un lloc preferencial per a la indústria electrònica és el fet que la Comunitat Valenciana ofereix enginyers electrònics molt ben formats, especialment per

a tasques d'R+D; i, al meu parer i en aquest aspecte, la Universitat de València ha tingut un protagonisme molt important.

Així, cap al 1965 a la Facultat de Ciències de la Universitat de València es va crear la Càtedra d'Electricitat i Magnetisme i cap al 1970 es va establir, en el segon cicle de la carrera de Ciències Físiques, l'especialitat d'Electricitat i Electrònica, amb assignatures com ara Electrònica, Calculadores Electròniques, Automàtica, etc., cosa que situa la Universitat de València com a pionera a la Comunitat Valenciana en els estudis d'electrònica tal com se'ls coneix en l'actualitat.

En 1976 s'amplien els estudis d'Electricitat i Electrònica amb la inclusió d'estudis d'Informàtica, i es transforma l'especialitat inicial en l'especialitat d'Electricitat, Electrònica i Informàtica.

Una part dels alumnes, i també alguns professors de l'especialitat d'Electrònica i Informàtica, van formar part dels quadres docents i investigadors d'altres universitats, i així van escampar el germen inicial de l'electrònica de 1965.

Amb la reforma dels plans d'estudi, motivada per la Llei de Reforma Universitària de 1993, l'especialitat d'Electricitat, Electrònica i Informàtica es va transformar en carreres completes d'Enginyeria, concretament en l'Enginyeria Electrònica, Enginyeria Informàtica i Enginyeria Tècnica de Telecomunicació.

Amb aquesta reforma es van remodelar els estudis d'Electrònica completament i es va donar pas a temàtiques més actualitzades, amb la inclusió de matèries referents a l'electrònica de potència.

La nostra Universitat esdevingué de nou pionera en la impartició d'aquesta mena de matèries a la Comunitat Valenciana que tan en voga estan actualment en empreses del sector situades a la nostra Comunitat.

En 2003 es crea la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE) per a organitzar, conjuminar i projectar millor els estudis i les recerques en les àrees d'Electrònica, Informàtica i Enginyeria Química.

S'implanten en 2010 en l'ETSE els graus d'Enginyeria Electrònica Industrial, Enginyeria Electrònica de Telecomunicació, i també els graus d'Enginyeria Informàtica, Enginyeria Telemàtica, Enginyeria Multimèdia i Enginyeria Química.

El primer Màster Oficial en Ciència de Dades de la Comunitat Valenciana s'implanta en l'ETSE en 2016, de manera que la Universitat torna a ser pionera en aquests estudis a la Comunitat Valenciana.

Cal comentar que la transformació curricular ha sigut una constant en els estudis d'Electrònica, des de les assignatures inicials d'Electrònica en 1965 fins a les assignatures actuals adaptades a les necessitats de formació requerida.

D'altra banda, la Universitat de València ha sigut i és molt activa en activitats de recerca en Electrònica, amb la participació en un nombre considerable de projectes d'R+D amb finançament regional, nacional o europeu. Així mateix, la Universitat ha formalitzat des de 1990 un bon nombre de contractes d'R+D amb empreses del sector electrònic, i així ha enfortit la relació

entre la Universitat i l'empresa.

I tot això ha portat al fet que l'edició 2022 del rànquing de Xangai atorgue a la Universitat de València la primera posició de la Comunitat Valenciana en les matèries d'Enginyeria Elèctrica i Electrònica.

Com a resum de la participació de la Universitat de València en el desenvolupament de l'Electrònica a la nostra Comunitat cal indicar que, des d'aproximadament 1970, la Universitat de València ha format físics i enginyers en l'àrea de l'Electrònica que han contribuït, en diferents nivells de responsabilitat, a les activitats de les empreses del sector, sobretot en tasques d'R+D i que, conjuntament amb les capacitats de recerca del Departament d'Enginyeria Electrònica de l'ETSE, tot això ha afavorit, al meu criteri, el desenvolupament de l'electrònica i l'establiment d'empreses del sector a la Comunitat Valenciana.

### **El futur de l'enginyeria electrònica**

Després de la descripció de la influència de la Universitat de València en el desenvolupament de l'electrònica en la nostra comunitat, passaré a continuació a donar una visió del futur referit a l'enginyeria electrònica, la seua connexió amb els actuals reptes tecnològics de la societat i la seua vinculació amb la quarta revolució industrial.

Cal citar en aquest punt que l'enginyeria és una disciplina que transforma el coneixement científic en coneixement aplicat per a donar solucions a reptes econòmics, tecnològics i industrials



de la societat.

Alguns reptes tecnològics amb què s'enfronta actualment la societat són:

**Increment de la població.** La població mundial l'any 2000 era de 6.000 milions d'habitants, la previsió per a 2050 és d'uns 10.000 milions, concentrats majoritàriament en megaciutats de més de 30 milions d'habitants. El desenvolupament de ciutats intel·ligents (smart cities) contribuirà a donar solucions al present repte.

**Descarbonització del medi ambient.** L'any 2000, les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera eren de 22 gigatonnes anuals; en 2050 se'n preveu una emissió de 55 gigatonnes per any. Nous sistemes productius més eficients i sostenibles, així com nous conceptes de transport de persones i mercaderies oferiran solucions al present repte.

**Mobilitat sostenible.** El nombre de vehicles l'any 2000 era de 1.000 milions; en 2050 la previsió és de 3.000 milions. Una mobilitat diferent de l'actual mitjançant nous sistemes de propulsió i fonts d'energia, com ara elèctrica o d'hidrogen, serà així mateix necessària per a donar resposta a aquest repte.

**Subministrament elèctric ininterromput i sostenible.** L'any 2000 el consum mundial d'electricitat era de 15.000 tera-watts hora; la previsió per a 2050 és de 54.000 tera-watts hora. D'altra banda, en l'actualitat més del 70% dels recursos naturals d'energia estan concentrats en uns pocs països. Per això caldran noves fonts d'energia per a disminuir la dependència energètica,

així com xarxes elèctriques intel·ligents per a l'optimització entre producció i consum a fi de donar resposta al present repte.

Si la tercera revolució industrial, cap a 1970, va ser la revolució deguda a l'automatització dels processos productius, incloent-hi l'ús de robots programables, la quarta revolució industrial, ara en les primeres albers, és la revolució del coneixement, conduït en una part important per l'enginyeria electrònica i la informàtica.

Des del punt de vista purament electrònic, la quarta revolució industrial és l'etapa de la intel·ligència artificial, és a dir, l'etapa de la transformació del coneixement humà a programari a través dels anomenats sistemes ciberfísics constituïts per sensors que envien informació a processadors amb algorismes intel·ligents que controlen els processos i els processos en si afecten els algorismes, amb els components maquinari (*hardware*), microprogramari (*firmware*) i programari (*software*) profundament entrellaçats.

Si bé la tercera revolució industrial va ser factible gràcies al desenvolupament de la microelectrònica, la quarta revolució industrial serà possible gràcies al desenvolupament de la nanoelectrònica, amb processadors molt més potents, sensors avançats dotats d'intel·ligència i algorismes intel·ligents que emulen el pensament humà.

Semiconductors de quarta generació, com ara diamant, òxid de gal·li, nitrur d'alumini o diòxid de vanadi, xips de tecnologia nanomètrica menor de 5 nanòmetres, xips fotònics sobre silici, computació quàntica, intel·ligència artificial aplicada, internet industrial de les coses (IIoT) són algunes de les tecnologies

habilitadores per a diferents sectors lligats amb l'enginyeria electrònica. Alguns exemples:

En el sector de l'energia i d'acord amb un estudi de la Unió Europea, un increment en l'eficiència energètica del 20% implicaria no importar 2.600 milions de barrils de petroli/any, cosa que comportaria un estalvi de 260 mil milions d'euros/any.

Com a exemple, l'objectiu de la iniciativa britànica UK Space Energy Initiative és desenvolupar una planta solar en l'espai que siga capaç d'enviar sense fils gigawatts de potència a la Terra per mitjà de microones.

Amb referència al sector manufacturer, la finalitat de la iniciativa alemanya Industry 4.0 és la millora de la productivitat i la qualitat dels processos, l'estalvi energètic i de matèries primeres i una major seguretat per als treballadors amb la realització de les tasques perilloses per part dels cobots (robots intel·ligents que interactuen amb humans en un entorn de feina col·laboratiu).

Amb aquest fi, l'objectiu de la iniciativa és que totes les empreses manufactureres, per damunt d'una certa grandària siguen autoconfigurables d'acord amb les necessitats de producció ajustada a comandes i en les quals la maquinària i els cobots prenguin decisions per si mateixos, interactuen amb els operaris i que estiguen interconnectats a través de tècniques de processament en núvol, la internet industrial de les coses i les dades massives (*big data*).

Respecte al sector del transport i amb l'objectiu d'una reducció en l'emissió de gasos contaminants i de la dependència energètica

del petroli, serà fonamental per al desplaçament, terrestre, aeri i marítim, tant de persones com de mercaderies, una mobilitat basada en la tracció elèctrica, amb noves fonts d'energia com l'hidrogen i amb conducció autònoma.

Ja comencen a provar-se en 2022 taxis, autobusos, transports de mercaderies per carretera de tracció elèctrica i sense conductor, i en el transport aeri la Xina ha completat amb èxit un prototip d'avió no tripulat, propulsat per hidrogen i que conté les tecnologies bàsiques per a l'aviació comercial en un futur pròxim.

D'altra banda, els investigadors de l'Institut de Fotònica i Nanotecnologies del CNR italià i del Politècnic de Milà han construït, seguint les lleis de la física quàntica, una bateria quàntica amb la qual, per mitjà d'un nou sistema de càrrega per a aquest tipus de bateries, la duració de la recàrrega passa de 10 hores a 3 minuts en els carregadors de casa, i de 30 minuts a només segons en els carregadors ultra ràpids.

Quant al sector TIC, caldran ordinadors més ràpids i amb més capacitat de càlcul per a una multitud d'aplicacions futures que comporten el processament de quantitats ingents d'informació. Per exemple, ordinadors quàntics en solucions avançades d'escala molecular en la indústria farmacèutica o en el desenvolupament de químiques més eficients per a les bateries de vehicles elèctrics.

Amb referència al sector espacial, dominar l'espai i els satèl·lits és i serà de gran importància en activitats civils i militars, com ara comunicacions, navegació, transmissió de dades, missions científiques, etc. Dispositius elèctrics de propulsió espacial

basats en la generació de plasma per a satèl·lits, motors iònics o sistemes de propulsió nuclear són alternatives als motors dels satèl·lits actuals.

I davant el desafiament tecnològic esdevenidor, molt més ràpid, competitiu i agressiu que en anteriors revolucions industrials, *el desenvolupament del coneixement científic i del coneixement aplicat* hauria de ser una màxima de qualsevol economia per a no perdre el tren de l'evolució i la revolució tecnològica en les pròximes dècades.

**En l'àmbit formatiu** és important una educació amb una forta càrrega teòrica i, al seu torn, amb la visió de la seua aplicabilitat en tecnologies del futur com ara sistemes ciberfísics, intel·ligència artificial, dades massives, sensòrica intel·ligent, virtualització dels processos productius, sistemes per a la fabricació autoconfigurable, cobots, sistemes de potència d'altíssim rendiment, etc.

Així mateix, caldria no oblidar tecnologies a la frontera de l'ignot, com l'enginyeria biomimètica, estudis per a avançar en el coneixement humà, a través de l'observació sistemàtica dels sistemes i els elements de la naturalesa per a comprendre'ls, emular-los i implementar-los mitjançant sistemes nanoelectrònics.

**En el camp de la innovació**, citaré el cas de dues economies representatives i de concepció històrica diferent. Alemanya, una economia tradicional, consolidada i basada en el coneixement, i la Xina, una economia emergent, tremendament puixant i altament competitiva i agressiva.

Alemanya disposa d'una vasta xarxa de centres d'educació superior, una forta recerca industrial i quatre reconegudes institucions de recerca extrauniversitària, i organitza la innovació per mitjà de plans estratègics transversals d'R+D a llarg termini impulsats i liderats per la indústria, que estan articulats a través de xarxes sectorials específiques d'innovació i que són definits, d'una manera coordinada, entre l'administració, universitats, institucions de recerca i empreses.

La Xina, per la seua banda, ha sabut evolucionar fins a convertir-se en una de les més poderoses potències econòmiques i ara mira de ser el referent tecnològic mundial.

A través del seu pla Made in China, s'ha marcat situar-se en 2049 com a primera potència mundial en coneixement aplicat, injectant amb aquest fi quantitats ingents de diners en megaciutats d'innovació, les anomenades Zones Econòmiques Especials, que concentren el coneixement i la innovació per àrees específiques, i que integren universitats, instituts d'Investigació, empreses emergents (*start-ups*) i indústries clau, a fi d'aconseguir un teixit industrial altament innovador i competitiu.

I davant la revolució tecnològica futura, es fa més d'actualitat la coneguda frase del dramaturg alemany Wolfgang von Goethe "No n'hi ha prou de saber: cal aplicar-ho".

I, si se'm permet, acabaré aquesta lliçó magistral amb un comentari de tipus personal: al setembre de 1972 vaig fer la meua primera lliçó en aquesta, la meua Universitat, i justament cinquanta anys més tard, al setembre de 2022, acabe d'impartir la meua última lliçó. Voldria expressar en aquest moment el

meu agraïment més sincer a la Direcció de la ETSE, per haver-me proposat per a impartir aquesta lliçó magistral, i als òrgans de govern de la Universitat de València, per la seua acceptació.

Moltes gràcies.



# VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

**Lección magistral del prof. Dr.  
Enrique J. Dede pronunciada en  
el Acto de Apertura del  
Curso Académico 2022 - 2023  
de la Universitat de València.**

València, 9 de septiembre de 2022



Excma. y Mgfca. Rectora de la Universitat de València  
Excmas. e Ilmas. Autoridades  
Compañeras y compañeros, amigas y amigos, señoras y señores,

Es para mí un honor poder pronunciar la lección magistral de apertura del curso 2022-23 en este espacio singular, el Paraninfo de la Universitat de València, universidad en la que he tenido el privilegio de haberseme permitido desarrollar toda mi actividad universitaria.

Esta lección magistral versa sobre la electrónica, su pasado, su presente y su futuro, así como la influencia que ha tenido la Universitat de València en su desarrollo en la Comunitat Valenciana.

La electrónica es una rama del conocimiento que comprende la física, la ingeniería, la tecnología y las aplicaciones que tratan del control de los electrones en el vacío y en la materia.

El avance de la electrónica ha sido, en los últimos 75 años, espectacular. Por poner un ejemplo, el primer ordenador totalmente electrónico, el ENIAC1, presentado en 1945, ocupaba 140 m<sup>2</sup> y su peso era de 30 toneladas. Hoy tenemos ordenadores portátiles, con muchas más prestaciones, que prácticamente caben en el bolsillo.

### **Pasado y presente de la electrónica**

1906 se considera el año de nacimiento de la electrónica, gracias a la invención, por parte de Lee de Forest, del triodo de vacío,

que permitió la fabricación de los primeros amplificadores de sonido, receptores de radio y televisores.

En 1948 se dio un paso de gigante en el avance de la electrónica con la invención, por parte de investigadores de la Bell Laboratories dirigidos por el físico Shockley, del transistor bipolar y que por ello recibió el premio Nobel de Física en 1956. En ese mismo año se produce otro punto de inflexión importante en la historia de la electrónica. Se inventa el tiristor, que constituye el inicio de la electrónica de potencia mediante semiconductores. Siemens en 1957 construye la primera locomotora con tiristores.

Hace 64 años, en 1958, nace la microelectrónica. En ese año, J. S. Kilby, de Texas Instruments, materializó el primer circuito integrado semiconductor, y el americano Noyce mejoró la técnica de integración de Kilby, que permitió el paso a la producción en masa de chips. En esas fechas se lograba integrar en un chip unos 500-800 transistores. En la actualidad se integran 30.000 millones de transistores en un chip.

En 1971 Texas Instruments presenta el primer microprocesador comercial. La primera aplicación de este nuevo dispositivo fue la calculadora de bolsillo.

El microprocesador ha tenido y tiene un protagonismo fundamental en el desarrollo de prácticamente todos los sistemas electrónicos tales como: ordenadores, teléfonos móviles, maquinaria, robots industriales, industria automovilística, etc.

Alrededor de 1970 se inicia la tercera revolución industrial

a través de la automatización de los procesos productivos, especialmente en el sector automovilístico. Es el inicio del uso de robots industriales y de los controladores de lógica programable (PLC) para la automatización y el control y supervisión centralizada de la producción.

Se considera la década de 1980 como la del nacimiento de la nanoelectrónica, que tiene como punto de partida la célebre conferencia, en diciembre de 1959, del físico Feynman titulada “*There is plenty of room at the bottom*”, en la que afirmaba que en el futuro sería posible medir y controlar la materia en la escala atómica.

En la actualidad, a nivel de hardware, estamos en el tránsito real de la microelectrónica a la nanoelectrónica. *More Moore*, *More than Moore* son las principales tendencias tecnológicas de miniaturización de los chips electrónicos hoy en día. A nivel de software, internet de las cosas, inteligencia artificial y big data son disciplinas habilitadoras de futuros desarrollos y, a nivel de procesamiento de la energía eléctrica, semiconductores de potencia de tercera generación, como el carburo de silicio y el nitruro de galio, permiten hoy en día eficiencias inalcanzables con el silicio.

### **La influencia de la Universitat de València en el desarrollo de la electrónica en la Comunitat Valenciana**

Tras esta breve revisión histórica de la electrónica daré, a continuación, una breve visión personal de la evolución de la electrónica en la Comunitat Valenciana y de la aportación de la

Universitat de València en su desarrollo.

La electrónica alrededor de los años 1960 era una gran desconocida en nuestra Comunitat, tanto a nivel académico como industrial. La única electrónica en aquella época era la que hacían radioaficionados y aficionados a los sistemas de audio.

En la actualidad una multinacional alemana, sita en el Parque Tecnológico de Paterna, ha implantado un centro de I+D para desarrollar sistemas electrónicos avanzados para el sector de la electromovilidad.

Una multinacional americana, dedicada a la microelectrónica, tiene en el Parc Científic de la Universitat un Centro de Desarrollo de sus productos.

Una conocida empresa valenciana situada en Lliria y con presencia global ofrece convertidores electrónicos avanzados de potencia para aplicaciones tales como electromovilidad, energías renovables, etc.

Una conocida multinacional alemana, del sector de la automoción, instalará en breve una megafactoría en Sagunto para la producción de baterías para vehículos eléctricos.

Y así un largo número de empresas nacionales e internacionales, que tienen la electrónica como objeto de su negocio, han elegido a la Comunitat Valenciana para soporte en sus actividades y en especial para sus actividades de innovación.

Según algunas fuentes consultadas, una de las causas por las que

nuestra Comunitat se esté convirtiendo en un lugar preferencial para la industria electrónica, se debe a que la Comunitat Valenciana ofrece ingenieros electrónicos muy bien formados, especialmente para tareas de I+D, y en mi opinión y en este aspecto, la Universitat de València ha tenido un protagonismo muy importante.

Así, sobre 1965 en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia se creó la Cátedra de Electricidad y Magnetismo y sobre 1970 se estableció, en el segundo ciclo de la carrera de Ciencias Físicas, la especialidad de Electricidad y Electrónica con asignaturas tales como Electrónica, Calculadoras Electrónicas, Automática, etc., situando a la Universitat de València como pionera, en la Comunitat Valenciana en los estudios de electrónica tal como se los conoce en la actualidad.

En 1976 se amplían los estudios de Electricidad y Electrónica con la inclusión de estudios de Informática, transformándose la especialidad inicial, en la especialidad de Electricidad, Electrónica e Informática.

Una parte de los alumnos, y también algunos profesores de la especialidad de Electrónica e Informática, formaron parte de los cuadros docentes e investigadores de otras universidades, extendiéndose así el germen inicial de la electrónica de 1965.

Con la reforma de los planes de estudio, motivada por la Ley de Reforma Universitaria de 1993, la especialidad de Electricidad, Electrónica e Informática devino en carreras completas de Ingeniería, concretamente en la Ingeniería Electrónica, Ingeniería Informática, e Ingeniería Técnica de

Telecomunicación.

Con dicha reforma se remodelaron los estudios de Electrónica completamente, dando paso a más actualizadas temáticas e incluyendo materias referentes a la Electrónica de Potencia, siendo nuestra Universitat de nuevo pionera en la impartición de este tipo de materias en la Comunitat Valenciana que tan en boga están actualmente en empresas del sector ubicadas en nuestra Comunitat.

En 2003 se crea la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE) para mejor organizar, aunar y proyectar los estudios e investigaciones en las áreas de Electrónica, Informática e Ingeniería Química.

Se implantan en 2010 en la ETSE los grados de Ingeniería Electrónica Industrial, Ingeniería Electrónica de Telecomunicación, así como los grados de Ingeniería Informática, Ingeniería Telemática, Ingeniería Multimedia e Ingeniería Química.

El primer Máster Oficial en Ciencia de Datos de la Comunitat Valenciana se implanta en la ETSE en 2016, siendo nuevamente la Universitat pionera en estos estudios en la Comunitat.

Comentar que la transformación curricular ha sido una constante en los estudios de Electrónica, desde las asignaturas iniciales de Electrónica en 1965 hasta las asignaturas actuales adaptadas a las necesidades de formación requerida.

Por otra parte, la Universitat de València ha sido y es muy

activa en actividades de investigación en electrónica, habiendo participado en un número considerable de proyectos de I+D con financiación regional, nacional o europea. Asimismo, la Universitat ha formalizado desde 1990 un buen número de contratos de I+D con empresas del sector electrónico, fortaleciéndose así la relación entre la Universidad y la empresa. Y todo ello ha llevado a que la edición 2022 del ranking de Shanghái, otorgue a la Universitat de València la primera posición de la Comunitat Valenciana en las materias de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Como resumen de la participación de la Universitat de València en el desarrollo de la electrónica en nuestra Comunitat, hay que indicar que, desde aproximadamente 1970, la Universitat de València ha formado a físicos e ingenieros en el área de la electrónica que han contribuido, a diferentes niveles de responsabilidad, en las actividades de las empresas del sector, en especial en tareas de I+D y que, conjuntamente con las capacidades de Investigación del Departamento de Ingeniería Electrónica de la ETSE, ha favorecido, a mi criterio, el desarrollo de la electrónica y el establecimiento de empresas del sector en la Comunitat Valenciana.

## **El futuro de la ingeniería electrónica**

Tras la descripción de la influencia de la Universitat de València en el desarrollo de la electrónica en nuestra Comunitat, pasaré a continuación a dar una visión del futuro referido a la ingeniería electrónica, su conexión con los actuales retos tecnológicos de la Sociedad y su vinculación con la cuarta revolución industrial.

Cabe citar en este punto que la ingeniería es una disciplina que transforma el conocimiento científico en conocimiento aplicado para dar soluciones a retos económicos, tecnológicos e industriales de la sociedad.

Algunos retos tecnológicos con que se enfrenta actualmente la Sociedad son:

**Incremento de la población:** La población mundial en el año 2000 era de 6.000 millones de habitantes, la previsión para 2050 es de unos 10.000 millones, concentrados mayoritariamente en megaciudades de más de 30 millones de habitantes. El desarrollo de ciudades inteligentes (smart cities) contribuirá a dar soluciones al presente reto.

**Descarbonización del medio ambiente:** En el año 2000, las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera eran de 22 giga toneladas anuales, en 2050 se prevé una emisión de 55 giga toneladas por año. Nuevos sistemas productivos más eficientes y sostenibles, así como nuevos conceptos de transporte de personas y mercancías, ofrecerán soluciones al presente reto.

**Movilidad sostenible:** El número de vehículos en el año 2000 era de 1.000 millones, en 2050 la previsión es de 3.000 millones. Una movilidad diferente a la actual mediante nuevos sistemas de propulsión y fuentes de energía, tales como eléctrica o hidrógeno, serán asimismo necesarios para dar respuesta a este reto.

**Suministro eléctrico ininterrumpido y sostenible:** En el año 2000 el consumo mundial de electricidad era de 15.000 teravatio-



hora, la previsión para 2050 es de 54.000 teravatio-hora.

Por otra parte, en la actualidad más del 70% de los recursos naturales de energía están concentrados en unos pocos países. Por ello nuevas fuentes de energía para disminuir la dependencia energética, así como redes eléctricas inteligentes para la optimización entre producción y consumo, serán necesarias para dar respuesta al presente reto.

Si la tercera revolución industrial, hacia 1970, fue la revolución debida a la automatización de los procesos productivos, incluyendo el uso de robots programables, la cuarta revolución industrial, ahora en sus albores, es la revolución del conocimiento, conducido en una parte importante por la ingeniería electrónica e informática.

Desde el punto de vista puramente electrónico, la cuarta revolución industrial es la etapa de la inteligencia artificial, es decir la etapa de la transformación del conocimiento humano a software a través de los llamados sistemas ciberfísicos constituidos por sensores que envían información a procesadores con algoritmos inteligentes que controlan los procesos, y los procesos en sí afectan a los algoritmos estando los componentes *hardware*, *firmware* y *software* profundamente entrelazados.

Si bien la tercera revolución industrial fue factible gracias al desarrollo de la microelectrónica, la cuarta revolución industrial será posible gracias al desarrollo de la nanoelectrónica, con procesadores mucho más potentes, sensores avanzados dotados de inteligencia y algoritmos inteligentes que emulen el pensamiento humano.

Semiconductores de cuarta generación, tales como diamante, óxido de galio, nitruro de aluminio o dióxido de vanadio, chips de tecnología nanométrica menor de 5 nm, chips fotónicos sobre silicio, computación cuántica, inteligencia artificial aplicada, internet industrial de las cosas (IIoT) son algunas de las tecnologías habilitadoras para diferentes sectores ligados con la ingeniería electrónica. Algunos ejemplos:

En el sector de la energía y de acuerdo a un estudio de la Unión Europea, un incremento en la eficiencia energética del 20% implicaría no importar 2.600 millones de barriles de petróleo/año lo que implicaría un ahorro de 260 mil millones de euros/año.

Como ejemplo, el objetivo de la iniciativa británica UK Space Energy Initiative es desarrollar una planta solar en el espacio que sea capaz de enviar de forma inalámbrica gigavatios de potencia a la Tierra mediante microondas.

Con referencia al sector manufacturero, la finalidad de la iniciativa alemana Industry 4.0 es la mejora de la productividad y calidad de los procesos, el ahorro energético y de materias primas y una mayor seguridad para los trabajadores por la realización de las tareas peligrosas por los cobots (robots inteligentes que interactúan con humanos en un entorno colaborativo de trabajo).

Para ello, el objetivo de la iniciativa es que todas las empresas manufactureras por encima de un cierto tamaño sean autoconfigurables de acuerdo a las necesidades de producción ajustada a pedidos y en las que la maquinaria y los cobots tomen

decisiones por sí mismos, interactúen con los operarios y que estén interconectados a través de técnicas de procesamiento en nube, el internet industrial de las cosas y big data.

Respecto al sector transporte y con el objetivo de una reducción en la emisión de gases contaminantes y de la dependencia energética del petróleo, una movilidad basada en la tracción eléctrica, con nuevas fuentes de energía como el hidrógeno y de conducción autónoma, será fundamental para el desplazamiento, terrestre, aéreo y marítimo, tanto de personas como de mercancías.

Taxis, autobuses, transportes de mercancías por carretera de tracción eléctrica y sin conductor ya empiezan a probarse en 2022, y en el transporte aéreo China ha completado con éxito un prototipo de avión no tripulado, propulsado por hidrógeno y que contiene las tecnologías básicas para la aviación comercial en un futuro próximo.

Por otra parte, investigadores del Instituto de Fotónica y del CNR italiano y del Politécnico de Milán han construido, siguiendo las leyes de la física cuántica, una batería cuántica con la que, mediante un nuevo sistema de carga para este tipo de baterías, la duración de la recarga pasa de 10 horas a 3 minutos en los cargadores de casa y de 30 minutos a solo segundos en los cargadores ultrarrápidos.

En cuanto al sector TIC, ordenadores cuánticos, mucho más rápidos y con una mayor capacidad de cálculo, serán necesarios para multitud de aplicaciones futuras que conlleven el procesamiento de cantidades ingentes de información. Por

ejemplo, ordenadores cuánticos en soluciones avanzadas a nivel molecular en la industria farmacéutica o en el desarrollo de químicas más eficientes para las baterías de vehículos eléctricos.

Con referencia al sector espacial, dominar el espacio y los satélites es y será de gran importancia en actividades civiles y militares, tales como comunicaciones, navegación, transmisión de datos, misiones científicas, etc. Dispositivos eléctricos de propulsión espacial basados en la generación de plasma para satélites, motores iónicos o sistemas de propulsión nuclear son alternativas a los motores de los satélites actuales.

Y ante el desafío tecnológico venidero, mucho más rápido, competitivo y agresivo que en anteriores revoluciones industriales, el desarrollo del conocimiento científico y del conocimiento aplicado debiera ser una máxima de cualquier economía para no perder el tren de la evolución y revolución tecnológica en las próximas décadas.

**A nivel formativo** es importante una educación con una fuerte carga teórica y a su vez con la visión de su aplicabilidad en tecnologías del futuro, tales como: sistemas ciberfísicos, inteligencia artificial, big data, sensórica inteligente, virtualización de los procesos productivos, sistemas para la fabricación autoconfigurable, cobots, sistemas de potencia de altísimo rendimiento, etc.

Asimismo, no habría que olvidar tecnologías en la frontera del ignoto, como la ingeniería biomimética, estudios para avanzar en el conocimiento humano, a través de la observación sistemática de los sistemas y elementos de la naturaleza para su

comprensión, emulación e implementación mediante sistemas nanoelectrónicos.

**A nivel de innovación**, citaré el caso de dos economías representativas y de concepción histórica distinta. Alemania, una economía tradicional, consolidada y basada en el conocimiento, y China, una economía emergente, tremendamente pujante y altamente competitiva y agresiva.

Alemania cuenta con una vasta red de centros de educación superior, una fuerte investigación industrial y cuatro reconocidas instituciones de investigación extrauniversitaria, y organiza la innovación a través de planes estratégicos transversales de I+D a largo plazo impulsados y liderados por la industria y estando articulados a través de redes sectoriales específicas de innovación, que son definidos, de una forma coordinada, entre la administración, universidades, instituciones de investigación y empresas.

China, por su parte, ha sabido evolucionar hasta convertirse en una de las más poderosas potencias económicas y ahora busca ser el referente tecnológico mundial.

A través de su plan Made in China, se ha marcado situarse en 2049 como primera potencia mundial en conocimiento aplicado inyectando para ello cantidades ingentes de dinero en mega-ciudades de innovación, las llamadas Zonas Económicas Especiales, que concentran el conocimiento y la innovación por áreas específicas, integrando universidades, institutos de investigación, start-ups e industrias clave, para lograr un tejido industrial altamente innovador y competitivo.

Y ante la revolución tecnológica futura, se vuelve más de actualidad, la conocida frase del dramaturgo alemán Wolfgang von Goethe “*No es suficiente saber: hay que aplicarlo*”.

Permítaseme acabar esta lección magistral, con un comentario de tipo personal: En septiembre de 1972, di mi primera lección en esta, mi universidad, y justamente cincuenta años más tarde, en septiembre de 2022, acabo de dar mi última lección. Quisiera expresar en este momento mi más sincero agradecimiento a la Dirección de la ETSE, por haberme propuesto para impartir esta lección magistral, y a los órganos de gobierno de la Universitat de València, por su aceptación.

Muchas gracias.

