



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

MARCO DE REFERENCIA
Educación Secundaria Orientada
Bachiller en Robótica y Programación

Indice

1) Caracterización general de la propuesta educativa de la orientación	2
Introducción	2
Las finalidades de la Educación Secundaria en la Orientación en Robótica y Programación	4
2) Saberes que se priorizan para los egresados	5
3) Título que otorga	6
4) Criterios para la elaboración de Diseños Jurisdiccionales de la orientación	
a) Temas, perspectivas, áreas y/o disciplinas considerados fundamentales para la orientación	6
b) Criterios para la organización de las estructuras curriculares de la orientación	12
c) Particularidades de la Formación General en la orientación	13
5) Sugerencias para la organización pedagógica e institucional de la escuela secundaria con orientación en Robótica y Programación	13
a) Recomendaciones sobre el desarrollo curricular y la enseñanza	13
b) Sugerencias para planificar la evaluación en la orientación	15



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

1) Caracterización general de la propuesta educativa de la orientación

Introducción

La escuela secundaria debe garantizar el derecho de todos los estudiantes a acceder a una educación científica y tecnológica de calidad que favorezca la comprensión de las complejas relaciones entre la tecnología, la sociedad y el ambiente, desarrollando saberes y capacidades, y promoviendo actitudes y valores, que promuevan la construcción de ciudadanía.

Aquellos estudiantes que opten por la orientación en **Robótica y Programación**, incrementarán los alcances de los saberes y las capacidades desarrolladas en la formación general, en relación con la **Informática**, la **Programación**, las **TIC**, la **Educación Digital** y la **Educación Tecnológica**, profundizándolos e integrándolos en el contexto del campo de conocimiento específico de la Robótica, el cual constituye un área de innovación permanente que integra saberes provenientes de diferentes campos de conocimiento, se aplica a contextos cada vez más diversificados y genera impactos y efectos sobre las personas, la sociedad y el ambiente.

La globalización de los modelos económicos, ha obligado a todos los países del mundo a mejorar y a hacer más eficientes sus procesos productivos con la inclusión progresiva de elementos de control automático electrónico y luego computarizado, a los bienes de capital destinados a usos productivos. El sostenimiento de este desarrollo enfrenta el desafío de incorporar automatizaciones cada vez más complejas como así también robots para alcanzar los volúmenes de producción y los estándares de calidad esperados. Es por esto que la necesidad de generar mano de obra altamente calificada para poder desarrollar, administrar y mantener estos sistemas y equipos, es imperiosa.

El Bachillerato Orientado en Robótica y Programación combina estos aspectos distintivos (la innovación, la integración, la aplicación y los impactos y efectos) en una propuesta formativa que se orienta a desarrollar, en los estudiantes:



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE N° 356/19

- aptitudes y vocaciones para la prosecución de estudios superiores vinculados con el campo científico-tecnológico,
- conocimientos y habilidades para poder aproximarse al mercado laboral vinculado con las Tecnologías,
- capacidades orientadas a la construcción de una ciudadanía responsable, crítica y participativa.

La definición de las finalidades, los saberes, los criterios de organización curricular y las orientaciones para la enseñanza y la evaluación, del Bachillerato Orientado en Robótica y Programación, requiere un análisis exhaustivo de cada uno de los aspectos que caracterizan a la Robótica como área de conocimiento.

La permanente innovación del área genera la necesidad de crear una currícula flexible y dinámica que permita incorporar las nuevas tendencias, propias del "estado del arte", desde una perspectiva que favorezca el reconocimiento de un cuerpo de conocimientos estables e invariantes y, también, determinados criterios que permitan comprender la lógica de los cambios tecnológicos. Será necesario articular enfoques diacrónicos, que permitan reconocer cambios y continuidades a lo largo del tiempo, con enfoques sincrónicos y sistémicos, que favorezcan la posibilidad de reconocer las redes de tecnologías que conforman y configuran las nuevas tecnologías emergentes, en cada época y lugar.

De este modo, la Orientación en Robótica y Programación, promoverá la comprensión de los cambios y las innovaciones, pero también de los aspectos comunes e invariantes que pueden reconocerse a lo largo del tiempo, partiendo de los primeros **robots manipuladores**, utilizados en las líneas de producción industriales para la realización de tareas repetitivas (traslado, montaje, soldadura o pintura, entre otras), pasando por los **robots móviles** que, más allá de los contextos industriales, se emplean en tareas tales como el transporte, la inspección, la seguridad o la exploración (en minería, en agricultura, en las ciudades o, incluso, en el espacio), incluyendo los vehículos no tripulados (aéreos y terrestres) y llegando a los más modernos sistemas automáticos que, integrados a las redes de telecomunicaciones y basados en la denominada **Computación Física**, posibilitan que los artefactos y las máquinas se comuniquen y "dialoguen" entre sí a través de lo que se conoce como la **Internet de las Cosas**. Del mismo modo, y proyectándose hacia las nuevas tendencias, se favorecerá la comprensión de los paradigmas de la denominada **robótica social** que explora las posibilidades de interacción entre las personas y las máquinas, generando las condiciones para optimizar los procesos de reconocimiento de imágenes y, también, del lenguaje humano,



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

comunicándose, aprendiendo y adaptando su comportamiento a los requerimientos propios de las tareas y los ambiente en los que están inmersos, gracias a la posibilidad de integrar la Robótica con la **Inteligencia Artificial**, con los **Sistemas y Servicios Cognitivos** y con la recolección y análisis de grandes volúmenes de datos, denominada **Big Data**.

El Bachillerato Orientado en Robótica y Programación propone la incorporación de contenidos y capacidades orientadas a comprender esta compleja red de tecnologías que está modificando las maneras en las que las personas trabajamos y aprendemos, reconociendo las nuevas dinámicas que impactan también en el modo en que nos comunicamos o el modo en que nos entretenemos, teniendo en cuenta críticamente el nivel en que los usuarios tienen o no acceso a la propiedad de las licencias y la capacidad para transparentar o modificar tecnologías sujetas a las mismas. Asimismo, los conocimientos y las capacidades a desarrollar, en esta orientación, se orientan, también, a que los estudiantes participen de manera activa de proyectos de selección, creación, desarrollo y utilización de estas tecnologías, incorporando una visión crítica pero desprejuiciada e incrementando su cultura tecnológica desde la perspectiva de una ciudadanía participativa y responsable.

Asimismo, la Orientación en Robótica y Programación, permite establecer puentes entre los sistemas virtuales, que procesan información, y los sistemas físicos reales, que procesan materiales y energía. El desarrollo tecnológico está rompiendo las barreras entre los bits y los átomos, entre el mundo virtual y el mundo real: los diseños, que nacen en el mundo virtual, se comparten, se enriquecen y se transmiten a través de las redes y se fabrican mediante sistemas controlados digitalmente (impresoras 3D); por otro lado, los objetos del medio físico, se programan, se controlan y se automatizan, a través de información que se procesa y circula por las redes (internet de las Cosas). La Orientación en Robótica y Programación promueve la experimentación y comprensión de estas dinámicas y tendencias de integración de tecnologías, a través de espacios de aprendizaje, conformados como talleres y laboratorios que favorecen la construcción de conocimientos a partir del "hacer" (*"maker spaces"*).

Las finalidades de la Educación Secundaria en la Orientación en Robótica y Programación



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

En la Ley de Educación Nacional se sostiene que la Educación Secundaria "... tiene la finalidad de habilitar a los/ las adolescentes y jóvenes para el ejercicio pleno de la ciudadanía, para el trabajo y para la continuación de estudios."¹

Las tres finalidades mencionadas constituyen un entramado que se expresa en la propuesta de enseñanza de la Orientación y en los saberes que se priorizan en este Marco de Referencia, tendientes a generar las mejores posibilidades para que los estudiantes se formen en la cultura del trabajo y del esfuerzo individual y cooperativo; reconozcan, planteen y demanden condiciones justas de trabajo; continúen estudiando más allá del nivel secundario; se incorporen a la vida social como sujetos de derecho, autónomos y solidarios. Estas finalidades se plantean como complementarias e inescindibles, ya que todo estudiante es un ciudadano a quien la escuela secundaria debe preparar para que se incluya en el mundo del trabajo y para que continúe estudiando.

La Orientación en Robótica y Programación aporta a la formación política y ciudadana del estudiante, promoviendo el desarrollo de saberes y capacidades para:

- fundamentar, en base al conocimiento científico y tecnológico, y tomando en cuenta aspectos éticos, filosóficos, económicos o políticos, sus opiniones y decisiones en cuestiones controversiales o dilemáticas relacionadas con el desarrollo, la incorporación o la utilización de la robótica, la programación y la inteligencia artificial, en las diferentes áreas del quehacer humano;
- identificar las innovaciones producidas en el campo de la robótica, la programación y la inteligencia artificial, a lo largo del tiempo, reconociendo los criterios que orientan los cambios, las lógicas que favorecen las continuidades, y las tendencias de investigación y desarrollo proyectadas hacia el corto y mediano plazo;

Asimismo, promueve una formación para el trabajo, que brinda saberes y capacidades intelectuales, prácticas, comunicativas y valorativas, para:

- reconocer las especificidades propias del sector productivo correspondiente a la robótica y la programación, identificando los campos

¹ Ley N°26206, artículo 30.



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

laborales de los cuales se nutre y sus influencias sobre otros sectores, tanto de la producción como de los servicios;

- tomar decisiones sobre sus posibilidades de inserción laboral, fundadas en sus saberes y capacidades y en el conocimiento de sus derechos ciudadanos;

- participar de equipos de trabajo, en organizaciones socio comunitarias y en ámbitos de producción de bienes o servicios, asumiendo roles orientados a la detección de demandas y necesidades susceptibles de ser resueltas mediante procesos y tecnologías de robótica, programación y automatización, colaborando en la selección, la incorporación y la puesta en marcha de las mismas;

- intervenir en emprendimientos personales o grupales colaborando en el desarrollo de tecnologías (hardware y software) relacionadas con el campo de la automatización, la programación y la robótica;

- integrarse a instituciones u agrupaciones dedicadas a la comunicación y divulgación social de las tecnologías, cumpliendo roles vinculados con la difusión, el entretenimiento o la educación en temáticas relacionadas con la robótica, la programación y la automatización;

Esta Orientación prepara a los estudiantes para dar continuidad a sus estudios, en particular para aquellos de nivel superior relacionados con:

- las Tecnologías de Automatización y Control, la Robótica, la Electrónica, la Mecatrónica y la Programación. Esto abarca el espectro de las carreras vinculadas con las Ingenierías y las Ciencias de la Computación;

- la enseñanza de la Informática, la Programación, la Educación Tecnológica y la Robótica (Profesorados);

2) Saberes que se priorizan para los egresados

Durante el Ciclo Orientado del Bachillerato en Robótica y Programación la escuela ofrecerá propuestas de enseñanza para que todos los estudiantes:



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

- apliquen estrategias de resolución de problemas, y de creación de algoritmos y programas, para resolver problemas de control de sistemas automáticos y robóticos;
- reconozcan las características, posibilidades y limitaciones del "aprendizaje automático", analizando casos y experimentando con simuladores de robots que interactúan con Servicios Cognitivos basados en Big Data e Inteligencia Artificial;
- identifiquen los aspectos que caracterizan a los robots móviles y a los robots manipuladores, reconociendo las diferencias entre los aspectos estructurales y funcionales, de cada uno de ellos y analizando sus usos y aplicaciones;
- adquieran una base de conocimientos científicos y tecnológicos que les permitan comprender cómo son y cómo funcionan los sistemas automáticos y robóticos;
- desarrollen capacidades para participar, colaborativamente, de proyectos de selección, instalación, programación y puesta a punto de sistemas y procesos de control automático y robóticos;
- identifiquen y valoren críticamente el rol de la robótica en los procesos de producción y de servicios, reconociendo sus características, sus aplicaciones y sus limitaciones;
- reconozcan que el desarrollo de la automatización, la programación y la robótica responde a una multiplicidad de factores (económicos, políticos, sociales, tecnológicos, entre otros) y tiene implicancias sobre los procesos industriales y de servicios y, también, sobre la vida cotidiana de las personas;
- desarrollen miradas críticas y desprejuiciadas del desarrollo de la automatización, la programación y la robótica, reconociendo la necesidad de un análisis complejo y multivariable que, trasciende los ámbitos específicamente tecnológicos e incluye diferentes perspectivas y miradas desde la ética, la filosofía o la economía, entre otras;
- accedan a marcos interpretativos que les permitan comprender las características de la trayectoria de la automatización, la programación y la robótica, sus prospectivas futuras y, en particular, las implicancias y



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

problemáticas asociadas con la denominada Robótica Social, basada en la creciente tendencia hacia la interacción entre las personas y los robots;

3) Título que otorga:

Bachiller en Robótica y Programación

4) Criterios para la elaboración de Diseños Jurisdiccionales de la orientación

a) Temas, perspectivas, áreas y/o disciplinas considerados fundamentales para la orientación:

La selección de los contenidos de enseñanza para el **Bachillerato Orientado en Robótica y Programación** implica la necesidad de complementar la **Formación General** con una **Formación Específica** organizada en base a los siguientes núcleos temáticos:

Núcleos temáticos

4.1 Pensamiento Computacional

- **Algoritmos, lógicas y estrategias generales de programación.** Se propone que los estudiantes apliquen estrategias de modelización y representación de algoritmos para la resolución de problemas computacionales, identificando estructuras y estrategias de programación y desarrollando programas mediante lenguajes de programación específicos (como c++, Python y otros que puedan sucederlos en el futuro). Se favorece la gradual apropiación de la metodología de resolución de problemas computacionales, identificando los datos, diseñando y representando algoritmos, codificando, ejecutando, probando y depurando los programas y poniendo en juego estrategias de modularización y descomposición en partes y metodologías de diseño ascendentes y descendentes. Se abordan las estructuras de programación: repetitivas (indefinidas, condicionadas, definidas) y condicionales (operaciones lógicas y booleanas). Se analizan los tipos de datos (numéricos, alfanuméricos, booleanos, etc.) y las variables (declaraciones, asignaciones, uso de expresiones matemáticas), se exploran los conceptos de procedimientos y funciones, se analizan los diferentes paradigmas de la programación y, en particular, el de la **programación orientada a objetos**.



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

- **Programación de sistemas automáticos y robots.** A partir de la base de programación anterior, se profundiza en la programación orientada al control de dispositivos físicos (automatización) mediante los principios básicos de la **programación de microcontroladores y sistemas embebidos**, realizando programas orientados a la lectura de sensores y la activación de actuadores. En particular se abordan, también, las problemáticas propias de la **programación de robots**: programación textual, gestual, por imitación, programación por trayectorias y por posiciones; programación aplicada a robots manipuladores y robots móviles y el rol de los simuladores.
- **Inteligencia artificial y aprendizaje automático.** Se abordan, a modo introductorio, los aspectos básicos de la **inteligencia artificial** aplicada a la Robótica y, en particular, su aplicación al denominado “**aprendizaje automático**” (Machine Learning), el cual permite que los robots, no solo ejecuten las tareas para las que fueron programados sino que, además, sean capaces de aprender de sus propias “experiencias”.
- **Domótica e Internet de las Cosas.** Se aborda la integración entre la programación, las redes de telecomunicaciones y la digitalización, para aplicaciones del control automático en **viviendas inteligentes y sistemas M2M** (“machine to machine”, en inglés), resolviendo problemáticas vinculadas con la optimización de la gestión de la energía, la automatización de las tareas domésticas, la seguridad, el control a distancia, y experimentando, también, con controladores lógicos programables.

4.2 Datos, automatización y control

- **Tecnologías y estrategias de control en sistemas automáticos y robóticos.** A partir del reconocimiento de las características morfológicas de los diferentes tipos de robots (de los brazos manipuladores a los robots móviles, pasando por los “humanoides”, los robots para cirugía o los robots de servicios), se analizan las partes, las funciones y las propiedades generales de los sistemas automáticos y robóticos. Se centra la atención en los **robots manipuladores**, diferenciando entre los problemas asociados a la dinámica y los problemas asociados a la cinemática de robots, analizando los tipos de coordenadas, los espacios de trabajo, los grados de libertad y los tipos de manipuladores empleados como elementos terminales. Asimismo se estudian, también, las características de los **robots móviles**, sus sistemas de locomoción, la determinación de sus trayectorias y sus



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE Nº 356/19

estrategias de navegación y reconocimiento del contexto en que se desplazan. Este núcleo temático permite contextualizar, de manera introductoria, los principios básicos de la **Teoría del Control Automático**, analizando las características de las estrategias de **control a lazo abierto** por tiempo, las temporizaciones fijas y configurables, el concepto de autómatas y el control a lazo abierto con sensores. Este análisis permite reconocer la importancia de los conceptos de **realimentación y autorregulación** (feedback, en inglés), comprendiendo el rol de los sensores en los sistemas de **control a lazo cerrado** y su aplicación a los procesos de automatización y control y al funcionamiento de los robots.

- **Adquisición y procesamiento de datos.** Abarcando las diferentes estrategias y tecnologías para la **adquisición automática de datos** a través de diferentes tipos de **sensores y sistemas de visión**. Se analizan las técnicas de sensado incluidas en las estructuras internas de los robots, así como también los sensores que permiten obtener información del entorno en el que estos se desenvuelven, diferenciando las estrategias y las tecnologías empleadas según el tipo de robot y la tarea que desarrolla (robots manipuladores o robots móviles, por ejemplo). Entre otros, se analizan sensores de proximidad, de contacto, codificadores, acelerómetros, sensores de ultrasonido, infrarrojos, cámaras de video, etc.
- **Adquisición y procesamiento de grandes volúmenes de datos.** Los contenidos de este núcleo permiten comprender, también, como, a partir del crecimiento de la computación ubicua, los robots comienzan a acceder a las bases de conocimientos, a los **servicios cognitivos** basados en **Big Data e Inteligencia Artificial**, a coordinar sus actividades con otros dispositivos y sistemas a través de redes de computadoras, integrándose en las redes de las TIC hasta convertirse en sus agentes de la acción física, como unidades capaces de moverse, sentir, actuar y tomar decisiones, formándose redes de artefactos proveedores de nuevas capacidades aplicaciones y servicios. Se analiza, como, estas nuevas tendencias en el desarrollo de robots permiten que estos puedan detectar la presencia de los humanos y comunicarse con ellos mediante sonidos, gestos, textos y gráficos, procesando el lenguaje humano y "rompiendo" con los paradigmas de la robótica tradicional (en la que, por ejemplo, los brazos robóticos utilizados en las cadenas de montaje de los autos suelen encerrarse en jaulas para mantener a salvo a las personas que trabajan en este tipo de procesos).

4.3 Dispositivos y sistemas



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE Nº 356/19

- **Tecnologías electrónicas.** Las tecnologías electrónicas constituyen uno de los principales sustratos físicos de los sistemas automáticos y robóticos. Este núcleo temático aborda el conocimiento, la comprensión y la aplicación de los principios básicos de estas tecnologías, experimentando con circuitos y señales **analógicas y digitales**, y diseñando y construyendo circuitos y sistemas con **dispositivos de sensado, almacenamiento, procesamiento y actuación sobre el entorno**. Se parte de identificar las propiedades y las funciones de los elementos que componen los circuitos y los sistemas electrónicos, explorando sus leyes y principios de funcionamiento y familiarizándose con los componentes y funciones básicas de la **electrónica analógica**: semiconductores, diodos, conceptos de regulación, circuitos con diodos, transistores, conceptos de amplificación y filtrado, entre otros. Se aplican estrategias y técnicas de diseño, montaje, medición y puesta a punto y se resuelven problemas y proyectos de diseño de circuitos orientados a la toma de datos con sensores y a la generación de acciones sobre el ambiente, actuando sobre motores, elementos sonoros, lumínicos, etc. Por otro lado, se exploran, también, los **circuitos y sistemas digitales**, reconociendo la estructura y la organización general del **hardware** que compone los sistemas automáticos y robóticos. Esto incluye, desde una mirada global relacionada con el hardware de las computadoras (Unidad Central de Procesos; microprocesadores; interacciones entre la unidad de control y la unidad aritmética lógica; registros; memorias; buses; interfaces de entrada y salida; puertos y periféricos; modos de transmisión de datos; redes) hasta un abordaje detallado de las **técnicas digitales** (compuertas lógicas; circuitos lógicos combinacionales; codificación y decodificación; multiplexado; tecnologías de circuitos integrados digitales; sistemas secuenciales sincrónicos, asincrónicos, flip-flops, contadores y registros).
- **Tecnologías electromecánicas.** Estas tecnologías, que conforman la parte estructural de los sistemas automáticos y robóticos, incluyen a los dispositivos y sistemas utilizados para la **generación, la transmisión y la transformación de los movimientos** necesarios, tanto para la locomoción, (en el caso de los robots móviles) como para el movimiento relativo de las partes necesarias para la realización de las tareas (en el caso de los brazos robóticos). Se analizan los principios básicos de los sistemas empleados para generar el movimiento, incluyendo circuitos con **motores eléctricos** (de Corriente Continua, de Corriente Alterna y Paso a Paso) y circuitos y sistemas con **tecnologías neumáticas e hidráulicas**, basados en el uso del aire comprimido y de fluidos hidráulicos (agua o aceite). Por otro lado se abordan, también, los conceptos asociados con los **componentes y sistemas mecánicos** empleados para transmitir y transformar fuerzas y velocidades (mecanismos reductores y amplificadores a través de, por



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

ejemplo, engranajes), así como también la transformación de un tipo de movimiento en otro (circular en lineal a través de cremalleras, por ejemplo).

4.4 Pensamiento Proyectual

- **Diseño y Resolución de Problemas.** Se propone que los estudiantes desarrollen capacidades relacionadas con la **resolución de problemas de diseño**, mediante **proyectos grupales** relacionados con la automatización, la programación y la robótica, integrando contenidos y habilidades abordadas en los otros núcleos temáticos, eventualmente en situaciones de práctica profesionalizante. A través de estos proyectos los estudiantes se enfrentarán a la necesidad de tomar decisiones y aplicar **métodos formales de diseño y planificación**, analizando las especificaciones y restricciones de cada proyecto, buscando alternativas de solución, seleccionándolas y evaluándolas críticamente, balanceando los **criterios de eficacia y eficiencia técnica**, con los posibles **impactos sociales o ambientales**. Asimismo, pondrán en juego habilidades de representación y modelización, a través de programas de **diseño 3D** y explorarán paradigmas actuales del diseño, centrados en el diseño de sistemas, el **diseño de interfaces** entre las personas y el medio (el caso de las interfaces hombre-máquina), la **ergonomía** y la **sustentabilidad ambiental**.
- **Emprendedurismo colaborativo.** Se propone que los estudiantes desarrollen competencias de emprendedurismo colaborativo, mediante el trabajo en equipo, liderazgo y práctica de valores, para identificar oportunidades que generen empleo en el área de formación, explorando el diseño de planes de negocio en forma asociativa y cooperativa, por medio de la aplicación de principios y normativas administrativas, legales y financieras, para contribuir al desarrollo económico y social de las comunidades.
- **Tecnologías de Fabricación.** Las tecnologías de fabricación abarcan los conocimientos y habilidades relacionadas con la **transformación de los materiales, el ensamble y la construcción de prototipos**. Entre las técnicas de fabricación se hará hincapié en el **prototipado por adición**, a través de la **impresión 3D**, y en las técnicas de **fabricación por sustracción**, a través de **cortadoras laser** o, **frezadoras CNC**. Estas tecnologías de fabricación se abordarán en estrecha relación con los procesos de diseño y, además, participando de entornos digitales colaborativos de "**diseño abierto**", cocreando y fabricando de manera distribuida y colaborativa.



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE Nº 356/19

4.5 Robótica, producción, ambiente y sociedad

- **Robótica y Producción.** A través de este núcleo temático, los estudiantes identifican y valoran críticamente el rol de la robótica en los procesos de producción industriales, reconociendo sus características, sus aplicaciones, sus limitaciones y, también, las nuevas tendencias que guían el desarrollo de la robótica industrial. Se hace hincapié en dos de las características esenciales de este tipo de robots: la **reprogramabilidad** y la **multifunción**. Asimismo, se analizan las argumentaciones que fundamentan la robotización de los procesos industriales, basadas en aspectos económicos tales como las mejoras en la productividad y en la competitividad de los procesos y los productos y en su impacto sobre la calidad de los mismos, gracias a las posibilidades de asegurar la repetitividad de las tareas. En ese sentido se analizan también las argumentaciones basadas en la posibilidad de liberar a las personas de tareas insalubres, riesgosas o monótonas. Asimismo, se hace hincapié en cómo, la flexibilidad propia de los robots, favorece la variabilidad de los productos, permitiendo a las industrias atender a demandas cambiantes, tanto en relación a los volúmenes de producción como a las características de los productos a elaborar, incluyendo también la necesidad de poder adaptarse a los cambios e incertezas que pudieran suceder durante la ejecución de las tareas, lo cual se logra mediante el uso de robots combinados con sensores externos y sistemas de visión artificial. Este núcleo temático incluye, también, el análisis crítico y fundamentado, acerca del modo en que la automatización y la robótica están cambiando el **trabajo**, modificando los perfiles laborales, los roles de las personas, los nuevos requerimientos de saberes y habilidades y, fundamentalmente, las implicancias de los procesos de sustitución de las personas por las máquinas.
- **Tendencias y proyecciones de la Robótica.** Actualmente existe una creciente tendencia orientada a articular e integrar el trabajo de los robots con el de las personas, en los procesos industriales, de modo de lograr una atención más eficiente a la necesidad de personalizar la producción (debido a la diversificación de la demanda). El trabajo conjunto entre robots y personas genera nuevos desafíos tecnológicos vinculados con la necesidad de que los robots puedan detectar la presencia de los humanos y comunicarse con ellos mediante sonidos, gestos, textos y gráficos. La comprensión de estos cambios permite a los estudiantes contextualizar los contenidos incluidos en el núcleo temático correspondiente al Pensamiento Computacional, en el cual se abordan las características de los desarrollos basados en articular la Robótica con la Inteligencia Artificial, con los



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

Sistemas y Servicios Cognitivos y con la recolección y análisis de grandes volúmenes de datos, denominada Big Data. De este modo, partiendo de los cambios en la Robótica Industrial, los estudiantes comienzan a comprender las problemáticas de la interacción entre personas y robots, y el origen de una nueva denominación, la **Robótica Social**, que trasciende a los contextos específicamente industriales, aplicándose también a otros contextos entre los que se pueden mencionar los siguientes: defensa, seguridad y operaciones de rescate; aplicaciones de campo (minería, agricultura, forestal, ganadería); limpieza profesional; aplicaciones submarinas; dedicados a tareas de construcción o demolición; aplicaciones médicas (como cirugía por ejemplo); plataformas móviles (robots con ruedas) para distintos usos genéricos; sistemas de inspección; tareas de relaciones públicas (información en museos y centros comerciales, por ejemplo); servicio para uso personal (entretenimiento) y doméstico (tareas del hogar, limpieza principalmente); vigilancia en el hogar (detección de incendios o extraños en la casa); ayuda a discapacitados y personas mayores (sillas de ruedas robotizadas por ejemplo).

- **Robótica y Sociedad.** Los impactos y efectos de la automatización (y en particular de la robótica) sobre los procesos industriales y de servicios y, también, sobre la vida cotidiana, genera debates que trascienden los ámbitos específicamente tecnológicos. Más allá de los argumentos relacionados con la productividad, la eficiencia o la seguridad, la delegación de operaciones técnicas de las personas a los artefactos, constituye una temática de análisis compleja y multivariable que lleva a la necesidad de evitar simplificaciones, linealidades o polarizaciones basadas en visiones "tecnofóbicas" o "tecnofílicas". Con la intención de desarrollar en los estudiantes miradas críticas y desprejuiciadas de estos avances, se analizan diferentes perspectivas y concepciones sobre las relaciones entre la Tecnología y la Sociedad. En particular ciertas teorías como las del "determinismo tecnológico" o del "determinismo social", se contrastan y analizan desde diferentes visiones y perspectivas.

b) Criterios para la organización de las estructuras curriculares de la orientación

1. Respecto de la organización didáctica, en función de los propósitos planteados, se recomienda la inclusión de asignaturas (usuales en los planes de estudios del nivel) junto a otras propuestas, complementarias o alternativas, en la Formación Específica de la orientación, tales como:



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

- Seminarios para abordar temas específicos de una disciplina (por ejemplo para Big Data o Inteligencia Artificial).
- Jornadas de profundización, para el estudio de temáticas multidisciplinares (por ejemplo Robótica Social).
- Talleres para experimentar formas de exploración y resolución de problemas prácticos (por ejemplo para los contenidos de Electrónica o de Programación o para el diseño y la construcción de modelos y prototipos).
- Paneles para el abordaje de temas complejos o controversiales que requieran indagar en diferentes dimensiones (por ejemplo para los contenidos correspondientes al análisis de las implicancias de la Robótica en la Sociedad).
- Proyectos para integrar y aplicar contenidos y habilidades correspondientes a diferentes disciplinas (diseño, construcción y programación de robots), ya sea en situación áulica o de práctica profesionalizante.

Los ejemplos presentados no implican necesariamente que estos núcleos temáticos deban ser abordados en los formatos en los que aparecen.

2. Respecto de los tiempos destinados a las diferentes propuestas, se recomienda combinar espacios curriculares de diferente duración: cuatrimestrales o anuales, entre otros.

3. Cualquiera sea la organización del diseño curricular jurisdiccional, se incluirán los núcleos temáticos fundamentales de la orientación (como espacios curriculares independientes, en diferentes formatos, o como temas, dentro de otros espacios).

4. Además se recomienda prever, a lo largo del ciclo, la especificidad y la integración creciente de los espacios curriculares y temáticas de estudio.

c) Particularidades de la Formación General en la orientación

Se recomienda que la Formación General en el marco de la orientación en Robótica incluya y articule núcleos temáticos tales como:

- Nociones de Matemáticas relacionadas con el área de la Tecnología (por ejemplo Proporciones y Funciones), con especial atención al desarrollo de



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

la capacidad de pensamiento crítico en situaciones que impliquen resolución de problemas.

- Nociones de segunda lengua (puede estar incluido en el desarrollo del espacio curricular correspondiente a ese idioma, que habilite para comprender y utilizar textos con contenido técnico, tutoriales, programas, etcétera, como así también de manera transversal en espacios curriculares de la formación específica).
- Textos literarios y no literarios (Ciencia Ficción o Divulgación, por ejemplo) vinculados con la Tecnología en general y la Robótica, la Programación o la Inteligencia Artificial, en particular (puede estar incluido dentro del espacio curricular de Lengua y Literatura)
- Nociones de Filosofía y Sociología que permitan analizar problemáticas complejas y dilemáticas de la Tecnología y nociones de Historia y Geografía que permitan contextualizar el desarrollo tecnológico (pueden estar incluidas en el espacio curricular de Ciencias Sociales).
- Nuevos Materiales aplicados al desarrollo de sensores, en el Area de Físico-Químicas.
- Robots antropomorfos, exoesqueletos y comportamientos homeostáticos, en relación con el Area de Biología.

5) Sugerencias para la organización pedagógica e institucional de la escuela secundaria con orientación en Robótica y Programación

a) Recomendaciones sobre el desarrollo curricular y la enseñanza

La escuela secundaria orientada en Robótica y Programación tiene que:

- garantizar el abordaje, tratamiento y construcción de conocimientos actuales y relevantes, de los diversos núcleos temáticos de la orientación, incluyendo sus principales problemáticas y metodologías, y favoreciendo la construcción de conceptos y estrategias que permitan comprender la complejidad propia del campo y, también, participar activamente del mismo;
- ofrecer propuestas de enseñanza variadas de modo de poder atender a la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes;



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

- propiciar modos de construcción del conocimiento escolar que profundicen el vínculo de la institución escolar con otras organizaciones, tanto del ámbito productivo, como de la investigación científica y tecnológica, de modo de poder sostener una formación escolar situada y estratégicamente ubicada en un proyecto de desarrollo regional, provincial y nacional;
- promover la verbalización, la escritura y la representación gráfica de las ideas de los estudiantes para que puedan analizar los problemas, anticipar estrategias de solución y contrastar los resultados obtenidos con las planificaciones realizadas;
- incorporar estrategias de enseñanza que promuevan el desarrollo de habilidades de razonamiento, juicio crítico, comunicación, convivencia y trabajo colaborativo;
- promover aprendizajes mediados por las TIC, desarrollando capacidades para buscar, evaluar y seleccionar información proveniente de Internet.
- favorecer el trabajo colaborativo, interactuando con otros a través de entornos virtuales de manera sincrónica y asincrónica;
- propiciar la realización de actividades que desarrollen la autonomía de los estudiantes para producir, intercambiar y publicar conocimientos en múltiples lenguajes y soportes;
- promover la organización de actividades escolares y comunitarias que favorezcan el desarrollo de una mirada crítica y autónoma sobre la diversidad de opciones profesionales que presentan los diferentes campos de las ciencias, con el fin de permitir una adecuada elección profesional, ocupacional y de estudios superiores de los adolescentes, jóvenes y adultos que la transitan;
- incluir propuestas didácticas que potencien el desarrollo de la metacognición en los procesos de aprendizaje;
- propiciar la participación de los estudiantes en comunidades virtuales, foros o contactos con especialistas a través de la web;
- ofrecer a los estudiantes problemas y proyectos para resolver en formato de taller, desarrollando la autonomía para el trabajo con tecnologías digitales y, también, diseñando y construyendo circuitos, sistemas y máquinas;



Consejo Federal de Educación

Anexo I

Resolución CFE N° 356/19

- diseñar secuencias didácticas que incluyan actividades que permitan a los estudiantes reconocer la importancia de manifestar sus ideas, diseñar e implementar estrategias de exploración y resolución de problemas, organizar sus propias normas de funcionamiento en grupo, evaluar el trabajo personal y el de sus compañeros y reflexionar sobre lo aprendido, detectando dificultades y aciertos, reconstruyendo así el proceso llevado a cabo para transferirlo a una nueva situación;
- promover la realización de salidas didácticas a instituciones u organizaciones vinculadas con la producción de conocimiento científico y tecnológico, así como la visita de científicos y tecnólogos a las escuelas;
- propiciar la participación o concurrencia de estudiantes a muestras, ferias, olimpiadas, "hackatones", conferencias de divulgación, charlas inspiradoras, exposiciones y jornadas relacionadas con la Tecnologías y, en particular, con Robótica, la Automatización y la Programación;
- favorecer la organización, por parte de los propios estudiantes, de eventos de difusión de sus aprendizajes, a través de clubes de programación y robótica y de comunidades de virtuales de aprendizaje y de práctica;
- fomentar el uso y la valoración del software libre, la participación de plataformas abiertas y colaborativas, el rediseño de programas y productos y la aplicación de soluciones de robótica y programación a problemáticas propias de su entorno, su comunidad y su realidad socio-cultural;
- promover la conformación de espacios áulicos que favorezcan el aprendizaje por proyectos, permitiendo a los estudiantes enfocarse en un trabajo más retador y complejo y estimular el trabajo cooperativo, que combine el uso de las tecnologías digitales con la realización de actividades de exploración, procesamiento y construcción utilizando tecnologías mecánicas y electrónicas;
- propiciar que los estudiantes del último año de la secundaria lleven a cabo experiencias/prácticas educativas en el mundo del trabajo, en centros de investigación y desarrollo, en instituciones dedicadas a la comunicación, divulgación o enseñanza de la tecnología, en grupos u organizaciones dedicadas al desarrollo de proyectos de automatización, programación y robótica, entre otros.

b) Sugerencias para planificar la evaluación en la orientación



Consejo Federal de Educación

Anexo I
Resolución CFE Nº 356/19

En el aula, el docente y los estudiantes interactúan continuamente regulando los procesos de enseñanza y aprendizaje, ajustando la tarea en función de los objetivos propuestos, lo que posibilita la retroalimentación de las prácticas pedagógicas en estrecha relación con los procesos de aprendizaje de los estudiantes. En este marco, se recomienda diseñar un programa de evaluación que contemple los siguientes aspectos:

- Atender a la evaluación de los distintos tipos de aprendizaje propios del área de saber (conocimientos, procedimientos, habilidades, actitudes, etc.).
- Promover la utilización de diversas propuestas de evaluación (pruebas escritas y orales, coloquios, portfolios, análisis de casos, matrices de valoración).
- Considerar instancias de retroalimentación, devoluciones de las valoraciones hechas por el docente, posibilidades de consulta, la realización junto con los estudiantes de listas de cotejo sobre lo que se evalúa, en las que se explicitan los objetivos esperados y de rúbricas o escalas de valoraciones, en las que quede claro los grados de desarrollo de un conocimiento o práctica esperados.
- Incluir instancias de evaluaciones entre pares y de autoevaluaciones.
- Contemplar los distintos propósitos de la evaluación, incluyendo instancias diagnósticas, formativas y sumativas.
- En relación con la realización de proyectos, será importante utilizar rúbricas que permitan ir registrando el trabajo de los estudiantes, seleccionando indicadores y criterios de valoración de los mismos, que serán conocidos por los estudiantes.
- Abordar, mediante rúbricas, la evaluación de habilidades y procesos metacognitivos en relación al pensamiento computacional y al pensamiento proyectual.