

¡Buenas noches a todos! Espero que se encuentren bien y quiero agradecerles por estar acá esta noche. Para empezar, me quiero presentar un poco. Me llamo Diego González y soy un estudiante de último año en la Universidad de Emory en Estados Unidos donde estoy completando una licenciatura en física y en astronomía. Estoy especialmente emocionado de poderles dar esta presentación porque hace unos ocho o siete años mi hermano menor y yo fuimos miembros de la AGA, en aquel entonces supongo que éramos los miembros más jóvenes, y también cursamos el Diplomado de astronomía y astrofísica básica de la Galileo. Después de muchos años, estoy muy alegre de poder regresar a la Asociación.

La presentación que les vengo a dar se llama Inteligencias Artificiales y sus usos en la astronomía.

Durante la charla expondré que son las inteligencias artificiales, algunos de los tipos, un poco de historia, estado actual y algunas de sus aplicaciones más comunes. En la segunda parte de la charla me centraré en exponer ejemplos y problemas dentro de la astronomía donde las inteligencias artificiales son o pueden ser muy útiles. Antes de continuar, quiero decir que si tienen preguntas las escriban en el chat, y yo las responderé al final.

Antes de definir que son las inteligencias artificiales, quiero que tomemos un momento para pensar en que es lo que creemos que son. Personalmente, hace más o menos un año y medio, que no es mucho tiempo, lo que se me venía a la mente cuando escuchaba estas palabras eran muchas imágenes de ciencia ficción.

Me imaginaba robots como Terminator, o las leyes de la robótica de Isaac Asimov, Wall-e, o incluso el robot TARS de Interestelar. Es muy probable que, si ustedes no han indagado profundamente en el tema, este es el tipo de preconcepciones que también tienen. Como veremos en un momento, todos estos ejemplos si son inteligencias artificiales por definición, pero probablemente no miremos este tipo de inteligencias tan avanzadas a corto ni mediano plazo. Así que podemos estar tranquilos porque una revolución de robots sobre los humanos no es probable en lo más mínimo. Aun así, vale la pena comparar a los seres humanos con las computadoras.

¿En qué son mejores las computadoras? Como el nombre lo indica, estas máquinas son capaces de realizar computaciones aritméticas a un ritmo increíblemente rápido, muchísimo más rápido que cualquier cerebro humano. Con los avances en los procesadores de las computadoras, esta diferencia se vuelve aun más grande. Otra ventaja que tienen las computadoras es su memoria. Los seres humanos somos capaces de recordar una gran cantidad de información. Sin embargo, nuestra memoria no es perfecta. Si ustedes se ponen a leer un libro de 300 páginas y después les pido que lo escriban letra por letra, lo más probable es que hagan un trabajo bastante malo. Pero la memoria de las computadoras es distinta. Si ustedes escriben un documento de Word, de Excel o de PowerPoint, lo guardan, y lo abren en dos horas, dos meses o en diez años, el documento va a ser exactamente igual. Otra diferencia importante es la capacidad de seguir instrucciones perfectamente. Esto es probablemente más evidente si ustedes tienen un poco de experiencia programando, pero las computadoras hacen exactamente lo que ustedes les piden. Esto

ciertamente es una ventaja en muchos casos, pero también es una limitación muy grande, y un punto bastante importante en esta charla.

Ahora pensemos en los humanos. Nuestra principal ventaja es nuestra inteligencia. Poseemos un sistema neurológico complejo que nos permite tener pensamientos, tomar decisiones, aprender de nuestro alrededor, y procesar información de una manera para nada trivial. Tenemos una capacidad especial para abstraer conceptos, algo que ciertamente las computadoras no pueden hacer. Con la tecnología y los avances actuales, ninguna computadora sería capaz de formular cosas como la teoría de la relatividad general, modelos epidemiológicos, sistemas económicos, tener curiosidad, o incluso sentir emociones. Así que, aunque las computadoras ciertamente ya son mejores que los humanos en varios aspectos, no hay ninguna razón para sentirnos mal. Sin embargo, en muchísimas ocasiones sería beneficioso para nosotros, los humanos, que las computadoras pudieran combinar las ventajas de ambos grupos. Y es aquí donde comienza la necesidad por las inteligencias artificiales.

Finalmente, llegamos a la definición formal. Intentar definir la inteligencia artificial es un poco complicado, porque, para empezar, aun no comprendemos muy profundamente lo que ser “inteligente” significa. Para muchos propósitos, la inteligencia artificial es un campo de las ciencias computacionales que se encarga de la creación y desarrollo de piezas de software que pueden emular algún aspecto de la inteligencia humana. En otras palabras, es el intento de dotar a las computadoras con una simulación de las funciones cognitivas que naturalmente asociamos con seres humanos. Ya se que esa definición puede ser un poco difícil de digerir, pero quizás ayude hablar un poco de su historia.

Como campo académico, la inteligencia artificial fue creada a principios de los cincuenta. En ese entonces había científicos estudiando la robótica y la cibernética (que se centraba mas en la idea de emular las acciones mecánicas de los seres vivos). Fue entonces cuando un grupo de cinco científicos del MIT, de Carnegie Mellon y de IBM se convirtieron en los fundadores de la investigación en inteligencias artificiales. Tristemente, ya todos fallecieron, y no pueden ver los avances gigantes que este campo tiene en la actualidad. En un principio, el desarrollo de IA fue bastante lento. Para empezar, era algo totalmente nuevo, y la idea original de las inteligencias artificiales era la de imitar todos los comportamientos del ser humano al mismo tiempo. Pero también les afectaba las grandes limitaciones que las computadoras tenían en esa época. Entonces, a mediados de los setenta, el financiamiento fue reducido drásticamente debido a la falta de resultados tangibles, y conseguir financiamiento para seguir estas investigaciones se volvió extremadamente difícil durante las siguientes dos décadas.

Por suerte, en la década de los noventa, el interés por desarrollar inteligencias artificiales resucitó, principalmente gracias a dos cosas. Primero, las computadoras se estaban volviendo mucho mas poderosas y su desarrollo parecía no detenerse, lo cual permitía crear y utilizar algoritmos cada vez mas complejos. La segunda razón es que los científicos se centraron en dividir el problema de crear inteligencias artificiales en problemas mas pequeños y definidos, lo cual ayudo a clarificar los pasos que debían de tomar. Es decir, en vez de intentar imitar la inteligencia en su totalidad, se centraron en imitar aspectos mucho mas puntuales. Desde ese entonces, el

desarrollo de IA ha crecido inmensamente, con avances espectaculares en los últimos quince años, lo cual ha permitido la aparición de aplicaciones de IA en la industria y en la ciencia.

Hoy en día, todos probablemente usamos muchas mas inteligencias artificiales de lo que nos damos cuenta. Por ejemplo, el clasificador de Spam en sus correos electrónicos es un tipo de inteligencias artificiales. Los anuncios que ustedes miran en su cuenta de Facebook, los videos recomendados en su cuenta de YouTube y el reconocimiento de voz que Siri de Apple, o Cortana de Windows, o Alexa de Amazon realizan son algunos de los ejemplos mas populares. Pero también existen aplicaciones mucho menos obvias. Muchos bancos alrededor del mundo usan inteligencias artificiales para detectar transacciones sospechosas usando algoritmos de detección de valores atípicos. Y algunos departamentos policiales alrededor del mundo están empezando a usar inteligencias artificiales para intentar predecir áreas que puedan tener un alto riesgo de crímenes para enviar policías antes de que un posible crimen pueda suceder. Y existen muchísimas mas funciones que las IA tienen actualmente. La gran mayoría de estas aplicaciones ha sido posible gracias al desarrollo de un subcampo de las IA conocido como Aprendizaje Automático, del cual vale la pena hablar un poco.

Como su nombre lo sugiere, el aprendizaje automático (o machine learning por su nombre en ingles), es un subcampo de las inteligencias artificiales que se dedica a la creación de algoritmos que asemejan el aprendizaje humano. Se trata de diseñar programas que doten a las computadoras de la habilidad de poder aprender sin ser explícitamente programadas. El beneficio de estos programas viene de que, como se recuerdan, las computadoras hacen exactamente lo que se les pide, lo cual es genial en muchas ocasiones.

Pero, por ejemplo, imaginen que ustedes desean crear un programa que identifica números que fueron escritos a mano. Esto sería prácticamente imposible de programar explícitamente, porque la cantidad de variaciones que un solo dígito tiene son casi infinitas. Por ejemplo, en esta imagen ustedes pueden ver tres veces el dígito que representa al número uno. Pero las tres son distintas. La inclinación, el grosor y largo de la línea, la forma y muchísimas cosas mas pueden variar. Esto no presenta ningún problema para los humanos. De hecho, es tan trivial para nosotros que estoy seguro de que ni siquiera lo pensamos. Pero, de nuevo, esto no es “obvio” para una computadora a la cual le tenemos que dar instrucciones completamente específicas para poder funcionar.

Son los algoritmos de aprendizaje automático los cuales han sido diseñados para poder resolver este tipo de problemas. Actualmente, existen varios algoritmos ampliamente desarrollados y probados que proveen distintos niveles de complejidad útiles para ser aplicados en varios problemas. En general, las dos tareas que los algoritmos de aprendizaje automático pueden resolver son los de regresión (es decir, predicción de valores continuos como predecir el valor de una casa dada su ubicación, numero de cuartos, tamaño, etc.) y los de clasificación (como el de este problema de los dígitos).

El uso específico depende del problema que se desea resolver y del algoritmo que se escoja, pero en general los pasos que se deben de seguir incluyen: definir y entender un problema, obtener una gran cantidad de información de buena calidad (esto lo van a entender mas con los ejemplos,

pero obtener información es importante para poder enseñarle al algoritmo, que es igual con los humanos), explorar la información recopilada, transformarla para que los algoritmos la puedan digerir (convertir todo en información numérica de una manera que tenga sentido), escoger algoritmos que puedan realizar lo deseado, entrenarlos (que realmente es ejecutar los algoritmos en si de la manera en que fueron diseñados), evaluarlos, mejorarlos y repetir hasta estar satisfechos.

Muy bien, y con eso terminamos la primera parte de esta presentación. Se que pudo haber sido bastante información, en especial si nunca habían sido expuestos a que son y para que se usan las inteligencias artificiales cotidianamente, pero espero que lo haya podido exponer por lo menos un poco bien para que ustedes puedan apreciar un poco mejor la segunda parte. Antes de continuar, solo hagamos un pequeñísimo resumen de lo que acabo de hablar.

HACER RESUMEN

Finalmente podemos preguntar ¿Porqué son útiles las IA en la astronomía? Como en la gran mayoría de actividades profesionales, la obtención de buenas medidas, es decir datos, es de gran importancia para poder realizar análisis que nos ayudan a obtener conclusiones. Sin embargo, como ya lo he sugerido, algo que ha cambiado enormemente en las ultimas décadas es el poder computacional y la capacidad de obtener grandes cantidades de datos. La astronomía ha sido, de hecho, una de las primeras ramas científicas en experimentar este cambio.

Históricamente, obtener mediciones astronómicas era un proceso tedioso, largo y muy complicado. El acceso a instrumentación especializada era muy limitado, y su uso requería de una gran participación humana. Por ejemplo, Edwin Hubble tardo varios meses en obtener suficientes datos de solo 24 galaxias usando placas fotográficas y un telescopio terrestre para descubrir que el universo se estaba expandiendo, lo cual ahora se conoce como la Ley de Hubble. ¡Esa la grafica que el mismo hizo a mano para la publicación de su articulo en 1929! Hace menos de 100 años. Hoy en día, el telescopio espacial Hubble produce alrededor 10 TB de datos en un solo año.

Y ese solo es el Hubble. En la actualidad, la creación de instrumentos complejos y automatizados ha permitido la aparición de proyectos que generan una cantidad inimaginable de data. SDSS, que es un proyecto en USA para recopilar información fotométrica de grandes porciones del cielo produce 1TB de data cada cinco días. GAIA, un proyecto de la agencia espacial europea que intenta obtener información del movimiento de las estrellas genera 1TB cada 25 días. TESS, un telescopio espacial diseñado para detectar exoplanetas produce 1TB cada 4.5 días. Y para el futuro cercano, proyectos como el LSST va a producir 15TB por noche, es decir 1TB cada hora y media aproximadamente.

Ahora que ya sabemos un poco mas, quiero que exploremos tres aplicaciones reales en la astronomía. La manera en que deseo exponerlo es siguiendo un poco los pasos que este tipo de proyectos requieren, como ya lo hablé hace algunos minutos.

El primer ejemplo que voy a exponer es de clasificación. Sin duda, este es el ejemplo mas sencillo, pero también el que expondré con mas detalle para ilustrar lo mejor posible todo el proceso, y de hecho quiero hacer una pequeña demostración en vivo. Para eso, me voy a salir de esta presentación y voy a abrir un cuaderno de Jupyter en Google Collab. Les pido perdón si la programación no les gusta mucho. Intente realmente hacer este demo lo mas conciso posible. Aquí lo que estoy utilizando es el lenguaje de programación Python, que es bastante genial por que es relativamente fácil de aprender, y se ha vuelto muy popular para aplicaciones de inteligencias artificiales y también para distintos usos dentro de la astronomía. Como ya mencioné, estoy programando en un Jupyter Notebook, que es bastante genial porque permite intercalar celdas de código y de texto normal, y también son de uso popular. Muy bien, entonces empecemos.

Definir el problema: SDSS genera datos fotométricos de miles de objetos por noche. Todos estos objetos son estrellas o galaxias. Poder clasificarlos de manera automática seria de gran ayuda porque son tantos objetos que una clasificación a mano seria muy ineficiente. Además, esta clasificación permitiría facilitar la recopilación de datos. Por ejemplo, si algún astrónomo desea hacer algún estudio estadístico sobre galaxias, entonces lo mejor seria que pudiera obtener una muestra de solo galaxias. En resumen: queremos usar la información fotométrica de SDSS para clasificar los objetos entre estrellas y galaxias.

Del cual el algoritmo