

Borsa di Studio finanziata da fondi PNRR ex D.M. 118 del 02/03/2023

**Missione 4,
componente 1,
linea di
investimento 4.1**

Dottorati PNRR

Tematica di Ricerca

Modellistiche socio-economiche conseguenti allo sviluppo di epidemie tramite l'utilizzo di reti neurali informate dalla fisica

English version

Modeling and numerical methods in socio-epidemiological dynamics through physics-informed neural networks methodologies

Dottorato di Ricerca

ITALIANO: Matematica

ENGLISH: Mathematics

Tipologia di Impresa e mesi frequenza obbligatoria (se previsto)

Mesi frequenza obbligatoria all'estero

Mesi 6

Obiettivi generali della ricerca

L'aspetto principale quando si affronta un'epidemia è la salvaguardia della vita umana, tuttavia, la qualità della vita legata all'impatto socio-economico che deriva da una pandemia va ben oltre le dinamiche di contagio e di guarigione e il semplice calcolo degli individui infetti e guariti. La maggior parte dell'attività di ricerca modellistico matematica e di simulazione in questo settore si concentra tradizionalmente nello sviluppo di modelli capaci di descrivere le dinamiche epidemiologiche in relazione ai contagi. Sebbene questi modelli possano fornire una profonda conoscenza del fenomeno, spesso tali informazioni non sono sufficienti a renderli strumenti di supporto efficaci per la gestione socio-economica di una pandemia da parte di uno stato. Infatti, la definizione delle politiche in caso di epidemie richiede la considerazione anche degli aspetti individuali legati alla qualità della vita, economici e sociali interconnessi, che possono a loro volta avere un'influenza sulle dinamiche dell'epidemia stessa. Lo scopo del progetto è di occuparsi dell'interazione tra la diffusione di una epidemia e i fenomeni socio-economici ad essa collegati attraverso lo sviluppo di diversi modelli matematici e tecniche numeriche basati principalmente su equazioni alle derivate parziali in combinazione con l'utilizzo di reti neurali informate dalla fisica. Questi strumenti forniscono uno strumento di calcolo flessibile e affidabile che codifica le corrispondenti equazioni nelle reti neurali per soddisfare i modelli matematici e allo stesso tempo adattarsi accuratamente ai dati a disposizione. Lo scopo è da un lato essere in grado di riprodurre le dinamiche osservate e dall'altro fornire degli strumenti previsionali adeguati che consentano di adottare misure preventive mirate e politiche pubbliche che siano in grado di mitigare l'impatto negativo sulla salute e di ridurre le disuguaglianze sociali causate dalle epidemie.

English version

The main aspect when dealing with an epidemic is the safeguarding of human life, however, the quality of life linked to the socio-economic impact that derives from a pandemic goes far beyond the dynamics of contagion and healing and the simple calculation of infected and recovered individuals. Most of the mathematical modeling and simulation research activity in this sector traditionally focuses on the development of models capable of describing the

epidemiological dynamics in relation to infections. While these models can provide in-depth knowledge of the phenomenon, often this information is not sufficient to make them effective support tools for a state's socio-economic management of a pandemic. In fact, the definition of policies in the event of epidemics also requires consideration of the interconnected individual aspects related to the quality of life, economic and social aspects, which can in turn have an influence on the dynamics of the epidemic itself. The aim of the project is to deal with the interaction between the spread of an epidemic and the socio-economic phenomena connected to it through the development of different mathematical models and numerical techniques based mainly on partial differential equations in combination with the use of physics informed neural networks. These methods provide a flexible and reliable computational tool that encodes the corresponding equations into neural networks to satisfy mathematical models while accurately fitting the available data. The aim is on the one hand to be able to reproduce the observed dynamics and on the other to provide adequate forecasting tools that allow for the adoption of targeted preventive measures and public policies that are able to mitigate the negative impact on health and reduce inequalities in the society caused by the spread of epidemics.

Impatto in relazione a uno o più dei seguenti fattori: (i) miglioramento della sostenibilità ambientale; (ii) accelerazione di processi di trasformazione digitale; (iii) promozione dell'inclusione sociale

Scopo della progettualità proposta è quello di studiare e comprendere l'impatto sociale dovuto alla diffusione di un'epidemia e successivamente di proporre delle politiche pubbliche che vadano nella direzione della riduzione delle disuguaglianze sociali generate da eventi critici di grande portata. A questo proposito i modelli epidemiologici che verranno utilizzati terranno conto delle caratteristiche sociali degli individui, della condizione lavorativa e di reddito, della loro età e del loro stato di salute.

English version

The purpose of the proposed project is to study and understand the social impact due to the spread of an epidemic and subsequently to propose public policies that go in the direction of reducing social inequalities generated by large-scale critical events. In this regard, the epidemiological models that will be used will take into account the social characteristics of individuals, their working and income conditions, their age and their state of health.