
via Gradenigo, 6/B
35131 Padova, Italy
tel +39 049 8277600
fax +39 049 8277699
info@dei.unipd.it
www.dei.unipd.it

CF 80006480281
P.IVA 00742430283

Centro Studi “Synthetic Biology @UNIPD” **(SynBio@UNIPD)**

MANIFESTO D’INTENTI

Principal Investigator: Prof. Luca Schenato, Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione

1. **TIPOLOGIA DI PROGETTO:** Centro Studi.
2. **TITOLO DELLA PROPOSTA:** Centro Studi “**Synthetic Biology @UNIPD**” (SynBio@UNIPD).
3. **OGGETTO DEL PROGETTO:** Le potenzialità della Biologia Sintetica in ambito industriale, ambientale, agrario e medicale sono di particolare rilevanza per le sfide che la nostra società deve affrontare: dallo sviluppo di nuovi sistemi produttivi “green” in grado di riciclare sostanze di scarto attraverso sistemi biologici ingegnerizzati, allo sviluppo di terapie innovative e non invasive, in un paradigma finalizzato anche alla medicina personalizzata e di precisione. Questa disciplina non può però prescindere dal coinvolgimento di competenze trasversali tra le discipline STEM, la medicina e non ultime le Scienze Sociali, Umane e Filosofiche. Infatti, queste ultime saranno centrali nel contesto che riguarda i problemi etici, normativi e di accettabilità sociale legati, per esempio, all'impiego di organismi ingegnerizzati.

L'Università degli Studi di Padova rappresenta un'eccellenza, non solo Italiana ma anche internazionale, in molte di queste discipline. Ciononostante, la Biologia Sintetica a UNIPD rimane al momento limitata a pochi gruppi o ricercatori in differenti Dipartimenti, in un contesto nazionale che è comunque in ritardo rispetto al panorama europeo e mondiale. Questo Centro Studi si propone quindi di creare tra molti di questi Dipartimenti e ricercatori delle sinergie in termini di ricerca, didattica e terza missione, affinché l'ateneo di Padova possa diventare un centro di riferimento nell'ambito della Biologia Sintetica a livello nazionale ed internazionale.

4. **SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI COINVOLTI:** FIS/03, FIS/07, ING-INF/04, ING-INF/06, INF/01, IUS/02, IUS/20, IUS/21, M-FIL/02, M-FIL/03, BIO/01, BIO/04, BIO/10, BIO/11, BIO/19, SPS/04, SPS/07, ING-IND/21, ING-IND/23, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/26, ING-IND/27, ING-IND/31, CHIM/01, CHIM/02, CHIM/06, ICAR/03, MED/04, MED/07, MED/18, AGR/07, AGR/12
5. **DURATA DEL PROGETTO:** 4 anni.
6. **SEDE:** Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.
7. **IDENTIFICAZIONE DEL P.I.:** Luca Schenato, Professore Ordinario, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.
8. **DESCRIZIONE DEL PROGETTO:**

Negli ultimi decenni i progressi tecnologici nell'ambito della bioingegneria e delle biotecnologie stanno permettendo di studiare, analizzare e modificare il comportamento di organismi biologici a livello di singola cellula. Questo è possibile grazie alla Biologia Sintetica, disciplina il cui scopo è quello di ingegnerizzare nuove funzionalità nelle cellule viventi. Nello specifico, la Commissione Europea nel 2006 definisce la Biologia Sintetica come: “Engineering of biological components and systems that do not exist in nature, and the re-engineering of existing biological systems; it is determined on the intentional design of artificial systems, rather than an understanding of natural biology” (Synthetic Biology project EU FP631); e ancora nel 2014: “SynBio is the application of science, technology and engineering to facilitate and accelerate the design, manufacture and/or modification of genetic materials in living organisms” (European Commission, Opinion on Synthetic Biology I Definition, SCHER, SCENIHR, SCCS).

La Biologia Sintetica è, quindi, un'area di ricerca interdisciplinare in cui convergono numerose comunità dell'area STEM e della medicina. Tra gli esempi applicativi più eclatanti, che hanno messo in moto questo nuovo settore, va annoverato l'inserimento del gene dell'insulina umana in una cellula di lievito, scoperta che è stata alla base della produzione a basso costo di quella proteina fondamentale per il trattamento del diabete; ancora, la produzione in larga scala dell'artemisinina da parte di microrganismi ingegnerizzati, antimalarico altrimenti estratto

naturalmente da una pianta con bassissima resa. Nei prossimi decenni, è probabile che la Biologia Sintetica avrà un profondo impatto sul nostro mondo, cambiando il modo in cui viene prodotta una vasta gamma di prodotti, da antiparassitari ingegnerizzati per l'agricoltura ai cosmetici, agli imballaggi biodegradabili, a soluzioni per la *bioremediation* dei contaminanti emergenti, ma soprattutto alla creazione di un numero crescente di farmaci e terapie innovative che potrebbero rivoluzionare la qualità di vita dell'umanità (per una descrizione più dettagliata riguardo la Biologia Sintetica si rimanda all'Appendice).

La missione di questo Centro Studi è quella di creare all'interno dell'Ateneo di Padova un centro di riferimento nell'ambito della Biologia Sintetica a livello italiano ed internazionale coinvolgendo diversi Dipartimenti e ricercatori ed agendo sui tre pilastri del sistema universitario: *ricerca, didattica e terza missione* secondo i seguenti **obiettivi:**

- promuovere nuove collaborazioni e proposte di progetti interdipartimentali e interdisciplinari;
- individuare e promuovere specifici ambiti applicativi ad elevato impatto scientifico;
- promuovere la creazione di spazi di ricerca comuni (laboratori);
- realizzare percorsi didattici con una maggior interazione tra Corsi di laurea STEM, di Scienze della Vita ed Umanistici che permettano di formare figure professionali con le competenze proprie di questa nuova disciplina;
- promuovere l'interesse per la Biologia Sintetica tra gli studenti dell'Ateneo;
- incrementare la visibilità a livello nazionale ed internazionale delle attività del nostro Ateneo nell'ambito della Biologia Sintetica;
- creare reti di collaborazione con organizzazioni pubbliche e private nazionali e internazionali;
- promuovere eventi ed azioni per sensibilizzare il territorio, l'industria e tutti gli stakeholders locali verso i temi della Biologia Sintetica.

Da un punto di vista operativo l'**approccio progettuale** che il Centro Studi intende seguire durante la sua durata quadriennale è il seguente:

- organizzazione di seminari con cadenza mensile/bimestrale sia con relatori interni all'Ateneo che esterni;
- promuovere la creazione di borse di dottorato a tema vincolato co-finanziate dai partecipanti del Centro Studi;
- promuovere l'attivazione di borse di dottorato a tema vincolato finanziate da fondazioni o altri enti esterni all'Ateneo;
- creazione di un sito web per la disseminazione delle attività del Centro Studi;
- creazione di flussi Erasmus con Università di eccellenza nel settore della Biologia Sintetica;
- includere l'affiliazione al Centro Studi nelle pubblicazioni dei membri e legate alle attività di Biologia Sintetica;
- catalogazione dei laboratori e delle linee di ricerca dei membri per la creazione di sinergie nell'ambito della Biologia Sintetica;
- catalogazione degli insegnamenti rilevanti per la Biologia Sintetica attualmente presenti nei Corsi di Laurea offerti dall'Ateneo;
- definizione di un codice di condotta condiviso, in linea con gli standard internazionali;
- promuovere l'inclusione di momenti formativi relativi alle implicazioni normative, etiche e di accettabilità sociale della Biologia Sintetica all'interno di insegnamenti in corsi di studio e dottorati di ricerca;
- proporre attività di tesi di ricerca pubblicizzate anche tramite il sito web;
- fornire informazioni e supporto per iniziative e competizioni studentesche quali iGEM (<https://igem.org/>);

- presenza di attività di disseminazione all'interno di "contenitori di Ateneo" (ad esempio "Science4all" e "La Settimana della Scienza");
- organizzazione di un workshop scientifico annuale indirizzato ai docenti e ricercatori dell'ateneo di Padova;
- promozione delle attività di ricerca del Centro verso associazioni industriali, enti locali e stakeholders;
- catalogazione delle fonti di finanziamento in base all'ambito applicativo (EU, MUR, Fondazioni, etc..).

9. LISTA DEI PARTECIPANTI:

	NOME E COGNOME	RUOLO/FASCIA	SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE APPARTENENZA	DIPARTIMENTO DI APPARTENENZA
1	Alessandro Ceconello	RTDA	BIO/10	BCA
2	Fabio Vianello	PO	BIO/10	BCA
3	Enrico Negrisolo	PA	BIO/05	BCA
4	Maria Elena Martino	PA	BIO/19	BCA
5	Barbara De Mori	PA	M-FIL/03	BCA
6	Gianni Barcaccia	PO	AGR/07	DAFNAE
7	Alessandro Vannozzi	PA	AGR/07	DAFNAE
8	Simone Del Favero	PA	ING-INF/06	DEI
9	Barbara Di Camillo	PO	INF/01	DEI
10	Morten Gram Pedersen	PA	ING-INF/06	DEI
11	Luca Schenato	PO	ING-INF/04	DEI
12	Mario Bortolozzi	PA	FIS/07	DFA
13	Davide Ferraro	RTDA	FIS/03	DFA
14	Emanuele Locatelli	RTDB	FIS/07	DFA
15	Matteo Pierno	PA	FIS/03	DFA
16	Fabio Mammano	PO	FIS/07	DFA
17	Annamaria Zaltron	RTDB	FIS/03	DFA
18	Alessandro Alboresi	PA	BIO/04	DiBio
19	Elisabetta Bergantino	PA	BIO/11	DiBio
20	Laura Cendron	PA	BIO/10	DiBio
21	Francesco Filippini	PA	BIO/11	DiBio
22	Elide Formentin	PA	BIO/04	DiBio
23	Tomas Morosinotto	PO	BIO/04	DiBio
24	Giorgio Perin	RTDB	BIO/04	DiBio

25	Livio Trainotti	PA	BIO/01	DiBio
26	Michela Zottini	PA	BIO/04	DiBio
27	Maria Cristina Lavagnolo	PA	ICAR/03	DICEA
28	Massimiliano Barolo	PO	ING-IND/25	DII
29	Fabrizio Bezzo	PO	ING-IND/25	DII
30	Paolo Canu	PO	ING-IND/23	DII
31	Monica Dettin	PA	CHIM/06	DII
32	Fabrizio Dughiero	PO	ING-IND/31	DII
33	Pierantonio Facco	PA	ING-IND/26	DII
34	Onelia Gagliano	RTDB	ING-IND/24	DII
35	Lucia Nicola	PO	ING-IND/21	DII
36	Eleonora Sforza	PA	ING-IND/25	DII
37	Angelo Simone	PO	ICAR/08	DII
38	Alessandra Lorenzetti	PA	ING-IND/27	DII
39	Martina Roso	PA	ING-IND/27	DII
40	Sara Spilimbergo	PA	ING-IND/25	DII
41	Vincenzo Amendola	PA	CHIM/02	DiSC
42	Francesco Avanzini	RTDA	CHIM/02	DiSC
43	Marco Fantin	RTDB	CHIM/02	DiSC
44	Alberta Ferrarini	PO	CHIM/02	DiSC
45	Marco Frasconi	PA	CHIM/01	DiSC
46	Lucio Litti	RTDB	CHIM/02	DiSC
47	Miriam Mba	PA	CHIM/06	DiSC
48	Enzo Menna	PA	CHIM/06	DiSC
49	Laura Orian	PA	CHIM/02	DiSC
50	Marta De Zotti	PA	CHIM/06	DiSC
51	Umberto Cillo	PO	MED/18	DiSCOG
52	Vincenzo Ciminale	PA	MED/04	DiSCOG
53	Giovanni Marchegiani	RTDB	MED/18	DiSCOG
54	Giulia Pasqual	PA	MED/04	DiSCOG
55	Paola Brun	PA	MED/07	DMM
56	Ignazio Castagliuolo	PO	MED/07	DMM
57	Giorgio Cozza	PA	BIO/11	DMM
58	Claudia Del Vecchio	PA	BIO/19	DMM
59	Alfredo Garzino Demo	PA	MED/07	DMM

60	Roberto Steiner	PO	BIO/10	DSB
61	Antonio Da Re	PO	M-FIL/03	FISPPA
62	Massimiliano Carrara	PO	M-FIL/02	FISPPA
63	Stefano Crabu	RTDb	SPS/07	FISPPA
64	Paolo Giardullo	RTDa	SPS/07	FISPPA
65	Francesca Marin	PA	M-FIL/03	FISPPA
66	Federico Neresini	PO	SPS/07	FISPPA
67	Marzia Soavi	PA	M-FIL/02	FISPPA
68	Federico Zilio	RTDA	M-FIL/03	FISPPA
69	Andrea Felicetti	RTDB	SPS/04	SPGI
70	Sergio Gerotto	PO	IUS/21	SPGI
71	Guido Gorgoni	RU	IUS/20	SPGI
72	Elena Pariotti	PO	IUS/20	SPGI
73	Daniele Ruggiu	PA	IUS/20	SPGI
74	Filippo Viglione	PO	IUS/02	SPGI
75	Luca Sella	PA	AGR/12	TeSAF

10. DESCRIZIONE DELLE UNITA' DI RICERCA:

DIPARTIMENTO	TEMATICHE DI RICERCA	LABORATORI
BCA Dipartimento di Biomedicina Comparata e Alimentazione	Biochimica, nanomateriali, DNA nanotechnology, chiroplasmonics, genetica di popolazione.	Wet lab https://www.bionanotechnology.it/it/home
DAFNAE Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti Risorse Naturali e Ambiente	ingegnerizzazione mediante editing genomico di circuiti genetici che controllano e regolano la manifestazione di caratteristiche di resilienza a stress o aspetti qualitativi nelle piante di uso agro-alimentare ed ambientale	Laboratorio di Genetica e Genomica - DAFNAE
DEI Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione	Medicina di precisione, Modellistica e progettazione, Bioinformatica, Sistemi di Controllo, Dinamica di Sistemi Biologici	Laboratori Informatici: https://sysbiobig.dei.unipd.it/ e https://synthbio.dei.unipd.it/ e
DFA Dipartimento di Fisica e Astronomia	Microfabbricazione, microfluidica; tecnologie per analisi single-cell; vescicole extracellulari; modellizzazione di condensati di proteine e DNA;	wet lab di microfabbricazione e caratterizzazione di sistemi microfluidici https://www.lafsi-unipd.it/facilities/

	microreologia; Single-molecule; Optical Tweezers	
DiBio Dipartimento di Biologia	ingegnerizzazione di circuiti regolativi per la produzione di molecole naturali in cellule vegetali	wet lab % DiBio plant GE facility (link)
DICEA Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale	biodegradabilità dei materiali, impatti ambientali delle produzioni e dei prodotti: eco-tossicologia, leaching test, analisi delle possibilità di riciclo, analisi di fine vita	LISA - laboratorio di Ingegneria Sanitaria Ambientale https://lisa.dicea.unipd.it/
DII Dipartimento di Ingegneria Industriale	bioprocess engineering; bioremediation; machine learning & DoE for (bio)pharma; protein engineering; bioactive peptides synthesis; computational modeling and scale up; multiphase reactions; tissue engineering	wet lab: cultivation and characterization microorganisms https://research.dii.unipd.it/parlab/microalgaecultivation/ Peptides synthesis; HPLC characterization https://research.dii.unipd.it/bioingchim/ computational lab https://research.dii.unipd.it/capelab/ www.dii.unipd.it/coms https://research.dii.unipd.it/kinnlab/
DiSC Dipartimento di Scienze Chimiche	spettroscopie ottiche, sensoristica, plasmonica, chimica di superficie, film sottili, colloidali, nanostrutture Design, modellizzazione e realizzazione di nanostrutture e nanotecnologie per applicazioni in nanomedicina, e biosensoristica Elettrochimica e caratterizzazione di polimeri materiali biocompatibili a base di nanostrutture di carbonio per l'ingegneria tissutale e la medicina rigenerativa In silico modeling of (bio)catalytic and enzymatic systems; mechanisms of covalent inhibition for drug design and repurposing based on quantum chemistry approach combined to MM/MD/ML; molecular models for application to problems relevant in toxicology and virology. Sintesi ecosostenibile di peptidi fitosanitari per la protezione delle colture da patogeni. Peptidi conduttori come componenti di dispositivi biomolecolari.	Nanostructures & Optics Laboratory https://wwwdisc.chimica.unipd.it/nanostructures.optics/ Laser Assisted Synthesis and Plasmonics Lab www.chimica.unipd.it/lasp EAEG http://www.chimica.unipd.it/electrochem/ Nanocarbon Chemistry https://wwwdisc.chimica.unipd.it/enzo.menna/research.html Computational chemistry https://en.didattica.unipd.it/off/docente/7700736A996CDF009B14C1A0FFDBAEDD Bioorganic chemistry https://wwwdisc.chimica.unipd.it/marta.dezotti/marta1.htm Soft Matter Theory https://wwwdisc.chimica.unipd.it/alb

	Equilibrium and nonequilibrium properties of soft matter by theory and simulations.	erta.ferrarini/pubblica/
DiSCOG Dipartimento di Scienze Chirurgiche Oncologiche e Gastroenterologiche	Immunologia sintetica, chimica e biologia sintetica, genetica. Identify the critical signal transduction nodes and vulnerabilities controlling drug resistance of cancer cells. Develop tumor-specific therapies based on "synthetic lethality."	Pasqual Lab https://www.pasqual-lab.org/ Ciminale Lab
DMM Dipartimento di Medicina Molecolare	Microbe-host interaction, mechanisms of pathogenicity, drug discovery, antimicrobial resistance, phage engineering.	Wet lab (BL-2 and BL-3)
DSB Dipartimento di Scienze Biomediche	Investigation of protein structure and function, protein-ligand recognition and protein-protein interactions using structural biology (X-ray crystallography, Cryo-EM) and biophysical techniques, focusing on structural enzymology, contractile and motile systems and antibiotic resistance.	Wet lab https://www.steinerlab.org
FISPPA Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata	Analisi del discorso e opinione pubblica sulla biologia sintetica. Implicazioni etico-sociali della biologia sintetica. Fondamenti epistemologici e metodologici della biologia sintetica e dell'ingegneria. Problematizzazione della distinzione naturale /artificiale (anche da un punto di vista di comunicazione della scienza). Implicazioni bioetiche e neuroetiche della biologia sintetica	In silico lab: TIPS (http://www.tipsproject.eu/tips/#/public/home) @ (Pa.S.T.I.S. Research Unit)
SPGI Dipartimento di Scienze Politiche, Giuridiche e Studi Internazionali	Analisi delle implicazioni giuridiche delle applicazioni della biologia sintetica e del quadro di regolazione ad esse inerente. Analisi dei percorsi e degli strumenti di coinvolgimento partecipativo della società nelle scelte che accompagnano la ricerca e la commercializzazione dei risultati	
TESAF Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali	Studio dell'interazione pianta/patogeno con metodiche biochimiche, molecolari e di microscopia; caratterizzazione dell'attività antimicrobica di peptidi di sintesi nei confronti di microrganismi fitopatogeni; caratterizzazione di molecole in grado di indurre resistenza in pianta per il controllo delle malattie	Laboratorio di patologia vegetale e tecnologie fitopatologiche https://www.tesaf.unipd.it/ricerca-0/laboratori/laboratorio-di-patologia-vegetale-e-tecnologie-fitopatologiche

11. RECENTI PROGETTI, INIZIATIVE, CONVEGNI LEGATI AL TEMA DELLA PROPOSTA:

Workshop SynthBio@UNIPD organizzato il 19/6/2023 con la partecipazione di oltre 60 ricercatori afferenti a 6 differenti Dipartimenti (<https://synthbio.dei.unipd.it/newsevents/>).

Progetto Eccellenza CARIPARO 2021 "ReActing: Restoring Antibiotic sensitivity in Bacteria: A synthetic biology approach", PI: Luca Schenato (DEI), membri: Barbara Di Camillo (DEI), Simone Del Favero (DEI), Ignazio Castagliuolo (DMM), Paola Brun (DMM) e Stefano Dall'Acqua (DSF).

12. COSTI E FINANZIAMENTO DEL PROGETTO:

Il Centro Studi richiede una quota annuale di 200 Euro per membro partecipante. Nel caso di tre o più membri partecipanti dello stesso Dipartimento, la quota totale annuale richiesta è limitata da un minimo di 600 Euro per Dipartimento che può essere estesa fino a 1000 Euro su base volontaria. Le quote verranno utilizzate per la creazione e il mantenimento di un sito web e per potenziare le attività di terza missione e di ricerca.

Il centro richiede ai Dipartimenti dei membri partecipanti di patrocinare il Workshop annuale denominato SynthBio@UNIPD.

Le ulteriori iniziative menzionate nell'approccio progettuale saranno sostenute economicamente secondo le modalità indicate nelle linee di indirizzo dell'Ateneo grazie a: assegnazioni libere dei ricercatori aderenti; assegnazioni da parte dei Dipartimenti, previa delibera del Consiglio che ne motivi l'interesse scientifico e didattico per il Dipartimento stesso; fondi derivanti da convenzioni e contratti con soggetti terzi che prevedano l'esplicita destinazione delle risorse alle attività del progetto.

Ulteriori fondi e risorse necessari allo svolgimento delle attività saranno reperiti e messi a disposizione, garantendo la tracciabilità delle entrate e delle spese destinate alla realizzazione del progetto.

13. STRUTTURA ORGANIZZATIVA

Il Centro Studi prevede un PI, un Collegio Scientifico (Scientific Board), un Collegio dei Ricercatori che include tutti i partecipanti ed un eventuale Advisory Board. Il Collegio Scientifico ha il compito di collaborare attivamente con il PI all'organizzazione dei punti indicati nell' "approccio progettuale" e nella gestione dei rapporti di collaborazione con i Direttori e gli Organi Collegiali dei Dipartimenti a cui afferiscono.

APPENDICE: La Biologia Sintetica nel contesto scientifico internazionale

Premesse: Negli ultimi decenni i progressi tecnologici nell'ambito della bioingegneria e delle biotecnologie stanno permettendo di studiare, analizzare e modificare il comportamento di organismi biologici a livello di singola cellula. Questo è possibile grazie alla Biologia Sintetica, disciplina il cui scopo è quello di ingegnerizzare nuove funzionalità nelle cellule viventi.

Nello specifico, nel 2006 la Commissione Europea definisce la Biologia Sintetica come: "Engineering of biological components and systems that do not exist in nature, and the re-engineering of existing biological systems; it is determined on the intentional design of artificial systems, rather than an understanding of natural biology" (Synthetic Biology project EU FP631); e ancora nel 2014: "SynBio is the application of science, technology and engineering to facilitate and accelerate the design, manufacture and/or modification of genetic materials in living organisms" (European Commission, Opinion on Synthetic Biology I Definition, SCHER, SCENIHR, SCCS).

La Biologia Sintetica è quindi un'area di ricerca interdisciplinare nella quale convergono numerose comunità dell'area STEM e della medicina. Tra gli esempi applicativi più eclatanti che hanno messo in moto questo nuovo settore, va annoverato l'inserimento del gene dell'insulina umana in una cellula di lievito, scoperta che ha incoraggiato la produzione a basso costo di quella proteina fondamentale per il trattamento del diabete; ancora, la produzione in larga scala dell'artemisina da parte di microrganismi ingegnerizzati, antimalarico altrimenti estratto naturalmente da una pianta con bassissima resa. Nel prossimi decenni, è probabile che la Biologia Sintetica avrà un profondo impatto sul nostro mondo cambiando il modo in cui viene prodotta una vasta gamma di prodotti, dalla carne coltivata in laboratorio ai cosmetici agli imballaggi biodegradabili, ma soprattutto alla creazione di un numero crescente di farmaci e terapie innovative che potrebbero rivoluzionare la qualità di vita dell'umanità.

Biologia Sintetica vs Ingegneria genetica: E' importante sottolineare come la Biologia Sintetica in quanto tale, ovvero l'ingegnerizzazione delle cellule per creare delle funzionalità che non esistono in natura, sia un'area di ricerca relativamente recente iniziata attorno al 2000. L'ingegneria genetica, disciplina nata negli anni '70, comporta tipicamente la modifica di singoli geni all'interno di una cellula od il loro trasferimento da un organismo ad un altro. La Biologia Sintetica, invece, prevede l'assemblaggio di nuovi corredi genetici, da un insieme di parti genetiche standardizzate che vengono poi inserite in una cellula ospite, microbica o superiore. Questa differenza tra le due discipline, apparentemente minima, ha invece conseguenze enormi ed implica un paradigma di ricerca totalmente inesplorato fino a pochi anni fa. Infatti, l'obiettivo della Biologia Sintetica e' quello di progettare circuiti genetici complessi che non esistono in natura, a partire da elementi genici elementari caratterizzati singolarmente, assemblati ed interconnessi seguendo un processo di design razionale, supportato da regole di progettazione e modelli matematici di supporto. Di conseguenza, l'ingegneria genetica può essere vista come l'insieme di strumenti molecolari che possono essere impiegati per realizzare quanto progettato mediante un approccio di Biologia Sintetica.

Biologia Sintetica vs Biologia dei Sistemi: La biologia dei sistemi è una disciplina che, analogamente alla Biologia Sintetica, ha avuto una grossa espansione negli anni 2000 e si propone di studiare i sistemi viventi, sviluppando modelli di struttura e comportamento come reti interattive e sfaccettate piuttosto che come una raccolta di singole unità. La Biologia Sintetica, per contro, cerca invece di costruire parti, dispositivi e sistemi da componenti biologici. Sebbene gli strumenti matematici e tecnologici siano simili, gli obiettivi e le metodologie adottate possono essere anche molto differenti. In quest'ottica, la Biologia Sintetica può essere vista come una via per lo studio della biologia dei Sistemi, attraverso la creazione di nuovi sistemi biologici ingegnerizzati che consentano di semplificare la complessità intrinseca dei sistemi biologici, aiutando quindi modellizzazione, identificabilità, comprensione e studio in generale.

Biologia Sintetica vs Biologia Computazionale

La biologia computazionale si occupa dello sviluppo di metodi per l'analisi di grandi quantità di dati biologici, come i dati *omici*, dati di tipo ambientale come quelli comportamentali o provenienti da

analisi di immagini, sia statiche che dinamiche, da cui partire per la modellizzazione di sistemi biologici al fine di studiare l'interazione tra le parti che li compongono, le caratteristiche emergenti ed il comportamento di tali componenti nello spazio e nel tempo.

In tal senso, dato che la Biologia Sintetica si occupa della progettazione di nuovi circuiti biologici attraverso diverse fasi di progettazione, costruzione e test, la biologia computazionale può fungere da supporto a queste diverse fasi, nello screening e nell'identificazione, nonché nella caratterizzazione delle parti biologiche.

Le precedenti distinzioni tra **Biologia Sintetica e le altre aree**, non implicano la loro compartimentazione, ma anzi tali aree sono **strumentali e complementari** per il successo della Biologia Sintetica.

La Biologia Sintetica nel mondo e in Italia: La Biologia Sintetica intesa come “visione ingegneristica della biologia come tecnologia” nasce formalmente come “materia” negli Stati Uniti, con le prime 2 pubblicazioni provenienti dall'MIT di Boston relative all'invenzione di *toggle switch* ed oscillatori genetici ingegnerizzati nel batterio *E. coli*. Successivamente si è poi diffusa rapidamente in tutte le altre università e centri interdisciplinari di ricerca statunitensi, fino a diventare una delle discipline di punta nei più importanti Atenei e Centri di ricerca, con la comparsa di corsi di studio e dipartimenti in *Biological Engineering* (MIT, Caltech, Cornell, etc) o l'espansione di quest'area all'interno dei Dipartimenti di Bioingegneria preesistenti (UC Berkeley, UI Urbana-Champaign, Boston University, etc.). Nell'ambito della *Biological Engineering* o *Synthetic Bioengineering*, all'estero viene associato il contesto multidisciplinare che sfrutta le recenti scoperte in ambito di ingegneria genetica (oltre ai ridotti costi di sintesi e sequenziamento del DNA) per ridefinire ed espandere il concetto di biotecnologie, con lo scopo ultimo di progettare e costruire sistemi biologici ingegnerizzati che processino informazioni, elaborino sostanze, producano materiali e strutture, energia, farmaci, cibo e mantengano o migliorino la salute umana (oltre ad aiutare l'avanzamento delle conoscenze fondamentali dei sistemi viventi).

In Europa, analogamente, i primi gruppi di studio sulla Biologia Sintetica sono comparsi in UK, Svizzera, Germania, e Danimarca, dove oggi sorgono alcuni dei centri di Biologia Sintetica più importanti al mondo. Ad oggi, il primato appartiene a UK, con decine di centri di ricerca ed aziende operanti nell'ambito della Biologia Sintetica, dall'Imperial College Synthetic Biology Centre, punto di riferimento europeo per la Biologia Sintetica, al “Nationwide Network of UK Synthetic Biology Research Centres” che comprende una decina di centri nazionali di ricerca per la Biologia Sintetica (ad esempio Bristol, Warwick, Edimburgo, e Manchester). Sebbene UK e Germania abbiano il primato in termini di quantità di pubblicazioni e sforzi nella direzione di promuovere la Biologia Sintetica, normalizzando il dato sulla dimensione del paese sono Danimarca e Svizzera ad oggi le nazioni con i centri di ricerca più performanti.

A livello italiano, ad oggi, la presenza della Biologia Sintetica è molto limitata, con alcuni corsi formalmente denominati “Biologia Sintetica” (o “Synthetic Biology”) offerti solo in pochi Atenei: Padova, Pavia, Verona, Roma, Milano, Pisa, Napoli, Bologna, Catania e Torino.

Considerando il mercato mondiale, essendo la Biologia Sintetica spesso associata al concetto di “strumento chiave per la transizione verso la bioeconomia” diversi investimenti sono stati fatti a livello mondiale; in quest'ottica nel 2016, oltre 350 aziende nell'ambito della Biologia Sintetica da 40 diverse nazioni, hanno avuto un guadagno stimato di 4 miliardi di dollari. Sulla base di report rilasciati da *Emergen Research*, il mercato globale della Biologia Sintetica nel 2021 era di circa 11 miliardi di dollari, con un'attesa di incremento annuo del 26.7%.

A livello di finanziamenti pubblici, fin dal 2017 l'USA “Engineering Biology Research Consortium Roadmap” ha indirizzato gli investimenti federali nella bioeconomia e Biologia Sintetica, così come accade in Asia per gli investimenti governativi e pubblici. In UK la Biologia Sintetica è stata spinta a livello nazionale dai *governmental roadmaps* del *Synthetic Biology Leadership Council* nel 2011 e 2016. Nella UE, sebbene diversi pareri positivi sulla spinta verso la Biologia Sintetica siano stati riscontrati, si attendono linee guida per il Q2 del 2023
[\[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665906922000083#bib15\]](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665906922000083#bib15).

I maggiori investimenti dall'Unione europea sono ad oggi provenienti dal sesto framework (FP6) sotto l'iniziativa *New and Emerging Technologies (NEST)*, in aggiunta ai 21 grants finanziati sulla Biologia Sintetica da parte del programma *Horizon 2020* dal 2014 al 2020.

Infine, come per ogni campo scientifico emergente, coinvolgere la comunità ed incentivare l'educazione e la ricerca è di primaria importanza. Sotto questo punto di vista, la competizione internazionale iGEM, nata a Boston nei primi anni 2000 ed oggi diffusa in tutto il mondo, si è affermata come caposaldo e pietra miliare della Biologia Sintetica, nonché uno dei primi passi con i quali gli studenti (e ricercatori), possono essere esposti alla disciplina, per indirizzare la propria carriera scientifica. La spinta alla partecipazione di nazioni europee da parte dell'*iGEM Association* ha avuto un discreto successo, sebbene ancora non vi sia l'ampio coinvolgimento di squadre di studenti di scuola superiore come osservato negli USA ed in Cina. Questa competizione è un buon indice per capire quanto una nazione stia investendo a livello culturale nella Biologia Sintetica. Basti pensare che quest'anno, Asia e USA hanno da sole iscritto 253 e 55 squadre rispettivamente, il 75% delle oltre 400 squadre iscritte ad oggi. In Europa, UK, Germania e Francia sono le più numerose con 8, 20 e 11 squadre rispettivamente. Infine, purtroppo, l'Italia partecipa con una sola squadra quest'anno (UniPD), con partecipazioni occasionali dei diversi Atenei registrate negli anni 2007 (UniBO, UniNA), 2008 (UniBO), 2009 (UniBO), 2010 (UniPV), 2011 (UniPV, UniTS), 2012 (UniTS, UniTN), 2013 (UniSalento Lecce, UniTN), 2015 (UniTN), e 2017 (UniFI).