

# Un Progetto Per Città Studi

## Premessa

Il progetto di creazione di un polo universitario all'interno del distretto MIND nell'area ex EXPO di Rho-Però rappresenta una grande opportunità per l'Università degli Studi di Milano, un'opportunità che può realizzarsi al meglio solo se affiancata dalla presenza e dall'evoluzione di un polo universitario di Scienze Dure a Città Studi, il cui nucleo di partenza non può fare a meno dei Dipartimenti di Informatica, Matematica e Fisica. Scopo di questo documento è motivare questa affermazione e fornire alcune linee-guida per il progetto scientifico di tale polo universitario a Città Studi.

## 1. Una strategia per l'Ateneo

La creazione di poli universitari di eccellenza dotati di infrastrutture scientifiche e tecnologiche di qualità è un fenomeno che vede coinvolti tutti i Paesi europei maggiormente sviluppati e risponde all'esigenza di correggere le conseguenze negative della proliferazione di atenei che ha interessato negli scorsi decenni nazioni come Francia e Germania. In questi Paesi sono stati avviati programmi straordinari di finanziamento (*Initiatives d'excellence* in Francia e *Exzellenzstrategie* in Germania) volti a stimolare l'aggregazione di Dipartimenti di atenei diversi e di enti di ricerca intorno a progetti strategici con l'obiettivo di dotare i Paesi di una decina di centri universitari capaci di competere a livello globale.

Il sistema universitario italiano in generale e quello lombardo in particolare hanno una duplice esigenza: aumentare la propria attrattività a livello internazionale e superare un'eccessiva frammentazione che penalizza la competitività e la capacità formativa degli atenei. Anche nell'area milanese l'attuale organizzazione degli atenei è sicuramente suscettibile di azioni di razionalizzazione e coordinamento.

Si è tutti ben consci del fatto che il progetto Campus MIND nasca da queste premesse, abbia queste ambizioni e si prefigga la realizzazione di infrastrutture tecnologicamente all'avanguardia e gestite da un'organizzazione appropriata.

Proprio al fine di sfruttare a fondo la grande opportunità costituita da questo progetto, è fondamentale considerare che il posizionamento stesso dell'area destinata a MIND presenta due notevoli criticità:

1. l'area è delimitata in modo strutturalmente insuperabile da ferrovia e autostrada, il che pone ovviamente forti limitazioni alle possibilità di sviluppo del polo che vi sarà situato;
2. la dimensione riservata all'insediamento dell'Università degli Studi di Milano prevede una riduzione degli spazi globalmente disponibili di circa il 30% rispetto a quelli attualmente utilizzati a Città Studi, riduzione forse tollerabile grazie alla maggior razionalità e modernità dei nuovi edifici, ma certo tale da rendere ulteriormente critiche le limitazioni di cui al punto precedente.

La localizzazione presso MIND di Human Technopole e di strutture ospedaliere caratterizza già da oggi l'inclinazione dell'area verso le Scienze della Vita, un settore con evidenti prospettive di crescita nel breve e medio periodo. Queste prospettive di crescita verrebbero seriamente

compromesse dalla saturazione che deriverebbe da una eventuale compresenza con il personale e gli studenti coinvolti nelle attività universitarie dei settori delle Scienze Dure: il conseguente sovraffollamento sarebbe tale da rendere nulli i margini di sviluppo che la nuova struttura deve invece prevedere.

D'altro canto, il posizionamento a Città Studi delle Scienze Dure è indiscutibilmente una scelta strategica per il nostro ateneo: da sempre, Città Studi è sinonimo – per le aziende, ma soprattutto per gli studenti e le loro famiglie – di area universitaria scientifica milanese, e in particolare delle Scienze Dure, per la presenza del Politecnico e dell'Università degli Studi di Milano. Non è certo un caso che il Politecnico stesso ma anche l'Università di Milano-Bicocca abbiano espresso profondo interesse per gli spazi lasciati liberi da un eventuale trasloco dell'area delle Scienze Dure dell'Ateneo.

Queste osservazioni forniscono un'indubbia motivazione affinché l'Ateneo continui a presidiare Città Studi come polo universitario in particolare nel settore delle Scienze Dure, evitando di abbandonare una sede universitaria privilegiata e lasciandola come area di sviluppo agli atenei concorrenti. Sembra quindi estremamente conveniente lavorare nell'ottica di una maggiore integrazione tra i diversi atenei: la disponibilità degli spazi liberati dai Dipartimenti di Scienze della Vita renderebbe infatti possibile la creazione di nuove infrastrutture e si creerebbe lo spazio per lo sviluppo auspicabile (e necessario, visti gli incrementi di studenti verificatisi negli ultimi 10 anni nei corsi di Scienze Dure dell'Ateneo) per i Dipartimenti rimasti nell'area.

Inoltre è opportuno ricordare che la legge 240/2010 prevede forme di collaborazione e di federazione fra gli atenei con l'obiettivo di aumentare la competitività del nostro sistema universitario attraverso la concentrazione di risorse e competenze: sarebbe auspicabile che la trasformazione del sistema universitario milanese in corso fosse fatta nell'ambito di una progettualità scientifica che veda la collaborazione fra gli atenei milanesi, anche per poter utilizzare le loro forze congiunte per stimolare il potere politico, sia a livello regionale e cittadino sia a livello nazionale, a finanziare e comunque supportare iniziative scientifiche che nascano da azioni congiunte fra gli atenei e che utilizzino le forme di collaborazione e federazione previste dalla legislazione vigente. Nell'ambito della strategia sopra descritta è quindi particolarmente importante che l'Università degli Studi di Milano mantenga una presenza adeguata a Città Studi che diventerebbe, per prossimità, oltre che per affinità scientifica e culturale, la sede ideale per lo sviluppo di queste iniziative.

Per queste ragioni è fondamentale mettere in campo un progetto scientifico e organizzativo di ampio respiro che veda Città Studi protagonista a fianco del nuovo Campus MIND.

Un progetto così ambizioso come il Campus MIND, per non configurarsi come un mero trasloco, deve basarsi su un altrettanto ambizioso progetto scientifico e organizzativo che è urgente sviluppare secondo una metodologia appropriata. In particolare occorre individuare le priorità scientifiche che formeranno la struttura di MIND e su queste basare la progettazione e modulare la realizzazione delle infrastrutture e il loro modello di gestione. A oggi questi aspetti strategici sono stati individuati solo in misura embrionale.

Specularmente occorre riprogettare l'insediamento di Città Studi in modo da moltiplicare le sinergie tra l'area delle Scienze Dure e i nuovi insediamenti previsti nei prossimi anni e mettere in atto iniziative a livello di Ateneo in modo da creare le condizioni per realizzare sinergie e co-localizzazioni di soggetti come Bicocca, Politecnico, CNR, INAF, etc.

Da ultimo, vale la pena sottolineare che per almeno due dei tre Dipartimenti coinvolti nelle Scienze

Dure (Informatica e Matematica) i costi di ristrutturazione di edifici di proprietà dell'Ateneo a Città Studi – anche nell'ipotesi di dover alienare lo stabile appena ultimato per Informatica – sarebbero decisamente contenuti (ad esempio, non sarebbero richiesti investimenti in strutture laboratoriali). Questo fatto di per sé avrebbe un impatto positivo sul budget generale del progetto MIND, nel caso venisse adottata una scelta come quella sin qui prospettata.

In conclusione, il mantenimento di una presenza significativa delle Scienze Dure presso il campus di Città Studi può essere vantaggioso per l'Ateneo e per il progetto MIND per i seguenti motivi principali.

- (a) Alleggerisce la pressione sugli spazi di MIND permettendo di realizzare una programmazione delle attività nel campus delle Scienze della Vita che tenga conto della rapida evoluzione degli scenari della ricerca scientifica in tale settore, e quindi di adottare soluzioni flessibili e capaci di realizzare espansioni e rimodulazioni di aree di ricerca che nei prossimi sei anni saranno senza dubbio soggette a sviluppi e cambiamenti.
- (b) Conserva e valorizza il patrimonio di sinergie sviluppato nel corso degli anni presso il campus di Città Studi nel settore delle Scienze Dure, e lo mette a disposizione dei nuovi insediamenti.
- (c) Crea nuove sinergie con altri Atenei che intendono aumentare la loro presenza nell'area e con le altre realtà presenti nel territorio.
- (d) Garantisce un'offerta formativa perfettamente integrata nel territorio mantenendo un'alta competitività del nostro ateneo.
- (e) Funge da “incubatore” di iniziative interdisciplinari che potrebbero poi svilupparsi autonomamente o integrarsi con il campus MIND dopo aver superato una prima fase di sperimentazione a Città Studi.

## **2. Collaborazioni, attività e sinergie a Città Studi**

### *2.0 Premessa*

*Unità culturale:* Fin dalla loro nascita le tre discipline principali delle Scienze Dure (Fisica, Informatica e Matematica) sono intimamente collegate e molti sono i progetti e le sinergie che si sono create tra ricercatori dei tre corrispondenti Dipartimenti (per ulteriori dettagli si veda l'appendice)

*Strutture:* almeno due dei tre Dipartimenti in questione (Informatica e Matematica) sono situati in strutture estremamente efficienti (lo stabile di Informatica è nuovo, mentre quello di Matematica, come certificato da un recente studio del Politecnico, costituisce ancora oggi un modello di funzionalità che necessita solo di interventi di piccola manutenzione).

*Effetti del recente trasferimento di Informatica:* il recentissimo trasferimento a Città Studi del Dipartimento di Informatica – foriero di sinergie e interazioni con gli altri due Dipartimenti ben maggiori di quanto fosse possibile in passato – ha già mostrato un effetto ampiamente positivo sulle immatricolazioni ai Corsi di Studio in carica a tale Dipartimento, con un incremento globale del

15%.

*Progetti:* sono numerosissimi i progetti scientifici che i Dipartimenti portano avanti, come parte della loro attività istituzionali, e innumerevoli sono sia le collaborazioni scientifiche con altre entità nell'area di Città Studi che le attività di divulgazione e sensibilizzazione alla ricerca scientifica rivolte al territorio, parte integrante della Terza Missione dell'Ateneo. Se da un lato è chiaro che lo spostamento al Campus MIND renderebbe molto più difficile mantenere vive queste attività, dall'altro è altrettanto chiaro che una permanenza a Città Studi potrebbe permettere un loro rilancio grazie ai nuovi spazi che si verrebbero a creare e a possibili investimenti in nuove facilities.

## *2.1 Attività presenti*

### *2.1.1 Collaborazioni con altri enti di ricerca*

Vari gruppi di ricerca del Dipartimento di Matematica intrattengono da tempo rapporti scientifici stabili con alcuni gruppi di ricerca del Dipartimento di Matematica del Politecnico di Milano. Ne sono esempi storici il "Seminario Congiunto di Geometria Algebrica" e le attività congiunte di reading seminar che hanno luogo con cadenza settimanale, sempre nell'ambito della geometria algebrica.

Il Dipartimento di Matematica è anche uno dei Dipartimenti che hanno fondato nel 1927 e mantengono tuttora in attività il "Seminario Matematico e Fisico", un'iniziativa congiunta che vede la partecipazione dei Dipartimenti di Matematica e Fisica dell'Università degli Studi di Milano, del Politecnico e dell'Università di Milano Bicocca. Il seminario ha la vocazione istituzionale di promuovere la collaborazione e il dialogo tra la Matematica e la Fisica nel modo più ampio. Le attività prevedono seminari ad ampio spettro con una forte componente divulgativa aperti a tutta la comunità scientifica di Città Studi e di tale realtà cittadina è patrimonio consolidato.

Per quanto riguarda il Dipartimento di Informatica, esistono varie collaborazioni con il Politecnico di Milano nei seguenti ambiti:

- (1) collaborazione (congiuntamente con il Dipartimento di Matematica) con il gruppo di Automatica del Dipartimento di Elettronica ed Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano su temi di verifica formale delle proprietà di sistemi parametrizzati reattivi, tecniche che garantiscono le proprietà di algoritmi e sistemi software e quindi la loro sicurezza d'uso;
- (2) collaborazione con il Politecnico di Milano all'evento annuale "New Game Designer" , indirizzato ad aziende del settore videogame ed effetti digitali, studenti, e appassionati del settore videogiochi;
- (3) collaborazione con il gruppo di Linguaggi Formali e Compilatori del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria del Politecnico di Milano, che ha già portato a una quindicina di pubblicazioni congiunte negli ultimi 10 anni.

Citiamo anche il fatto che il dipartimento di Matematica ospita la Biblioteca "G. Ricci" che, assieme alla biblioteca de "La Sapienza di Roma", è la più importante biblioteca matematica d'Italia. Di questa biblioteca, che costituisce uno strumento di lavoro essenziale per la comunità matematica, non è prevista al momento nessuna collocazione a MIND: secondo le informazioni disponibili in questo momento il corrispondente patrimonio librario sarebbe riposto in un magazzino situato a Sesto San Giovanni e la consultazione dei testi sarebbe possibile solo dietro richiesta e con un ritardo di qualche giorno.

### *2.1.2 Collaborazioni Didattiche*

È in vigore un accordo tra la Facoltà di Ingegneria dell'Informazione e la Scuola di design di Politecnico di Milano (corso di Laurea "Videogame Design and Programming"), e il Collegio Didattico di Informatica (corso di Laurea Magistrale in Informatica) con la possibilità per gli studenti del corso di Laurea di uno dei due atenei di frequentare alcuni insegnamenti dell'altro ateneo, legalmente riconosciuti nel loro piano degli studi.

Il Dipartimento di Informatica ha recentemente avviato un corso di Laurea Magistrale in "Data Science and Economics" insieme al Dipartimento di Scienze Politiche, Sociali ed Economiche, sito in area cittadina (via Conservatorio); tale Laurea Magistrale affianca al momento un Master in Data Science specificamente rivolto al mondo aziendale.

È infine di recente approvazione il Master in Bioinformatics and Functional Genomics, organizzato dal Dipartimento di Biotecnologie Mediche e Medicina Traslazionale con sede in Città Studi, con il coinvolgimento del Dipartimento di Informatica, del Dipartimento di Oncologia ed Emato-Oncologia (con sedi in area cittadina) e dell'Istituto Nazionale di Genetica Molecolare (con sede in via Sforza).

### *2.1.3 Attività di divulgazione radicate sul territorio*

Il Dipartimento di Matematica è attivo nella divulgazione, in particolare nei confronti degli alunni delle scuole elementari, medie e superiori. Il centro "MateMatita" è il punto di riferimento per queste attività; organizza in particolare un laboratorio di Matematica per le scuole e segue la mostra permanente "Simmetrie e giochi di specchi" situata nei locali di via Saldini. La mostra è visitabile su prenotazione da parte delle scolaresche e registra regolarmente il tutto esaurito. Il trasferimento a Rho-Però, oltre alle ovvie problematiche legate alla localizzazione periferica, metterebbe a rischio l'esistenza stessa della mostra a causa della scarsità di spazi.

Il Dipartimento di Matematica, in collaborazione con Bicocca, Politecnico e Bocconi ospita anche vari seminari di divulgazione ad alto livello ("Lezioni Leonardesche", "de Finetti Risk Seminar", "Seminario di Filosofia della Matematica") per i quali costituisce il punto di riferimento sul territorio.

Il Dipartimento di Informatica da 10 anni ospita il Laboratorio ALaDDIn per la didattica dell'informatica. Tra le attività svolte, vi è l'offerta di workshop didattici per le scuole di vario livello (per studenti da 10 a 17 anni) che prevedono attività pratiche di gruppo su temi correlati alla disciplina informatica; inoltre sono offerti corsi per docenti di scuole primarie e secondarie per la didattica dell'informatica. Il gruppo di docenti del Laboratorio è attivo dal 2012 in attività di Tirocinio Formativo Attivo e Percorsi Abilitanti Speciali per candidati insegnanti di informatica.

### *2.1.4 Progetto "Città Studi Campus Sostenibile"*

Il Progetto "Città Studi Campus Sostenibile" è nato nel 2012 e promosso da Politecnico di Milano e Università degli Studi di Milano. Ha come obiettivo di ridare vita e identità al quartiere di Città Studi e trasformarlo in un modello di sostenibilità ambientale e sociale tramite la partecipazione sia degli utenti del campus sia degli abitanti del quartiere e delle autorità cittadine. Il Progetto aspira a creare un "campus sostenibile" che non sia solo luogo della ricerca e della didattica, ma che si rafforzi nel suo ruolo di servizio per la città e per la comunità, diventando un sistema di eccellenza capace di dialogare e di trovare sinergie con il resto del sistema universitario milanese e nazionale. Ispirato ai principi di sostenibilità dell'International Sustainable Campus Network (ISCN), il

Progetto è dedicato a diversi aspetti della sostenibilità quali:

- Ambiente: per il monitoraggio e la gestione delle acque, del suolo, dei rifiuti, delle emissioni in atmosfera
- Risparmio energetico: per il monitoraggio e la gestione dei consumi e delle dispersioni, la sperimentazione di sistemi innovativi per il controllo energetico, l'utilizzo di fonti rinnovabili
- Mobilità sostenibile: per l'incentivazione della mobilità sostenibile (es. car e bike sharing), la promozione della qualità, sicurezza e riconoscibilità dei percorsi pedonali e ciclabili, la permeabilità e la riconnessione degli spazi occupati dal Campus con la città
- Partecipazione degli utenti: per il miglioramento della partecipazione attiva di tutti gli utenti nelle situazioni di disabilità, la creazione di nuovi servizi per studenti, dipendenti e residenti, il rafforzamento dell'identità del Campus come luogo unitario ma aperto
- Città: per aprire l'iniziativa di Campus Sostenibile alla città, generare e raccogliere input provenienti dalla città che qualificano e indirizzano le ricerche e le iniziative degli Atenei.

Ad oggi il Progetto ha prodotto pubblicazioni scientifiche e tesi, ha promosso attività sul territorio, e ha ottenuto convenzioni con diverse aziende. Le attività sopra descritte di raccolta e analisi dei dati, supporto alla disabilità (ad esempio attraverso assistive technologies), socializzazione e partecipazione, coinvolgono anche competenze nell'ambito delle Scienze Dure.

## *2.2 Nuove attività possibili grazie alla riorganizzazione di Città Studi*

### *2.2.1 Beni Culturali*

È prossimo il trasferimento del Dipartimento di Beni Culturali – e di quanto vi attiene – dalla sede di via Noto (in dismissione) a una nuova sede in Città Studi. Attualmente il Dipartimento di Informatica già intrattiene collaborazioni didattiche e scientifiche con Beni Culturali che chiaramente trarrebbero giovamento dalla nuova vicinanza, in particolare:

- Il Laboratorio MIPS (Multimedia - Interaction - Perception - Society) di Informatica ha una collaborazione in corso con la Scuola di Cinema e Teatro di via Noto. Tale collaborazione riguarda diverse attività legate alla produzione di audiovisivi e in particolare ad attività di ricerca nel campo del restauro cinematografico. A tale proposito segnaliamo una convenzione quadro recentemente redatta per attività di ricerca e disseminazione culturale sul restauro cinematografico e in generale sul recupero del patrimonio audiovisivo regionale e nazionale, firmata da Unimi con il Centro Sperimentale di Cinematografia, l'Università degli Studi di Brescia, la Fondazione AEM e diverse altre realtà del territorio lombardo.
- Il LIM (Laboratorio di Informatica Musicale) ha collaborazioni in corso (anche per quanto riguarda l'erogazione di didattica) con gli insegnamenti di Fondamenti di Informatica per le Scienze Umanistiche, Laboratorio di Tecnologie Informatiche per la Valorizzazione dei Beni Culturali, Organizzazione e Digitalizzazione di Teche Multimediali.
- Il Centro APICE dell'ateneo, attualmente sito in via Noto, ha *già* acquisito l'archivio completo del quotidiano La Notte, pubblicato dal 1952 al 1995, che rappresenta 40 anni di storia della città e dell'Università di Milano. Le competenze del Dipartimento di Informatica consentiranno il recupero, la digitalizzazione, il restauro, la valorizzazione dell'archivio e la possibilità di fruizione da parte della cittadinanza e di tutti gli interessati.
- Il progetto "Obiettivo immagine: Estetica della fotografia e cultura del territorio" (partito nel 2017) e finalizzato a promuovere un forte impatto culturale sul territorio e sul tessuto

sociale, a partire dalla cultura dell'immagine e della fotografia artistica. Gli obiettivi del progetto sono (a) la sperimentazione di un modello inedito di certificazione estetica (Dipartimento di Beni Culturali e Ambientali); (b) la tutela dei diritti d'autore di giovani artisti attraverso tecniche crittografiche largamente implementate in sistemi basati su blockchain (Dipartimento di Informatica); (c) la valorizzazione di nuovi talenti artistici (Accademia di Brera). A dicembre 2018 la startup AuthclikK nata come costola del progetto si è piazzata tra i cinque vincitori di "Idee Vincenti", iniziativa promossa da Lottomatica e PoliHub per sostenere il patrimonio artistico e culturale italiano. La piattaforma di AuthclikK verrà inserita nell'incubatore della Fondazione Filarete e parteciperà a un programma semestrale di accelerazione presso PoliHub.

È già attivo un Centro di Ricerca Coordinato "Beni Culturali" dell'Ateneo, nel cui Comitato di Indirizzo Strategico è coinvolto personale docente del Dipartimento di Informatica. Sono inoltre facilmente immaginabili molteplici possibilità di collaborazione tra Informatica e Beni Culturali su temi di multimedia interattivi, video, ricostruzioni 3D, comunicazione sui beni culturali, che potranno solo arricchirsi e migliorare in seguito all'avvicinamento.

### 2.2.2 Altre Iniziative

*Research Institute for Mathematics (RIM)*. Si tratta di un'iniziativa presentata circa un anno fa in collaborazione tra USI, e i Dipartimenti di Matematica delle principali Università dell'area milanese. Il progetto prevede la costituzione, sul modello di altri centri internazionali (ad esempio IHES di Parigi, e Mathematisches Forschungsinstitut di Oberwolfach), di un centro per la ricerca matematica in cui ospitare (per periodi di ricerca e per convegni) matematici di grande statura mondiale. Appare evidente che gli spazi che si renderanno liberi a Città Studi saranno una grande opportunità per vedere la collocazione a Milano di questo istituto che non richiede nessuna particolare infrastruttura se non quella di una rete veloce e di una ben fornita biblioteca. Infine, con la presenza sinergica di varie componenti scientifiche delle Scienze Dure, la prossimità con il centro di Milano e il Politecnico, Città Studi appare il luogo naturale per la collocazione di un centro di eccellenza che potrebbe anche essere un volano per iniziative di terza missione, con il comune di Milano e altri enti, iniziative volte alla diffusione e alla valorizzazione della cultura scientifica nel contesto della Città 2.0

*Enti di ricerca*: molti enti di ricerca pubblici hanno interesse a potenziare i rapporti con l'università per potere beneficiare del grosso potenziale che l'università possiede (docenti, studenti, dottorandi). Alcuni enti già hanno una presenza fisica all'interno degli spazi universitari ma ci sono altri enti che manifestano lo stesso desiderio. La disponibilità di spazi resi liberi dal trasferimento di alcuni Dipartimenti al Campus MIND potrebbe offrire nuove possibilità in questa direzione generando ricadute positive, sia da un punto di vista economico che da un punto di vista scientifico.

*MateInItaly*. Il Dipartimento di Matematica ha avuto un ruolo sostanziale nell'organizzazione della mostra "MateInItaly" tenutasi alla Triennale nel 2014. Nell'ambito di un allargamento degli spazi disponibili a Città Studi sarebbe sicuramente auspicabile un riallestimento rinnovato della mostra in locali dedicati. La presenza di nuovi spazi permetterebbe di rendere molto più fruibili per la città le mostre e le iniziative di MateMatita, che avrebbe anche la possibilità di interagire con gli altri Dipartimenti e di estendere le proprie attività a campi scientifici diversi.

## ***Appendice: legami culturali e collaborazioni esistenti tra i tre Dipartimenti delle Scienze Dure***

La Matematica costituisce ovviamente lo strumento di base per le scienze esatte; d'altra parte la Fisica è stata costante fonte di ispirazione per lo sviluppo di nuove idee Matematiche. Il calcolo numerico, fin dal suo inizio (forse databile col progetto Manhattan), è uno strumento di indagine imprescindibile tanto per i fisici che per i matematici, e d'altro canto la matematica e la fisica forniscono strumenti di progettazione di algoritmi e di hardware senza cui l'informatica stessa probabilmente non esisterebbe. Ricordiamo anche che il Dipartimento di Informatica di Unimi è nato da una costola del Dipartimento di Fisica e che fino agli anni '70, i primi anni dei corsi di laurea in Matematica e Fisica erano comuni.

Più concretamente sono attualmente in corso progetti che coinvolgono fisici, informatici e matematici o aree di interesse e ricerca comuni in cui vi è un'interazione culturale continua e estremamente proficua. Citiamo ora alcuni esempi specifici:

### **Varietà di Calabi-Yau e Mirror Symmetry:**

L'interazione tra la geometria e le proprietà omologiche di speciali varietà di dimensione due e tre (dette varietà di Calabi-Yau) e la fisica teorica ha dato grandissimo impulso ad entrambe le discipline negli ultimi anni. Un impulso cruciale in questa direzione è stato dato dalla celeberrima Homological Mirror Symmetry Conjecture di Maxim Kontsevich (Fields Medal nel 1998). Tale congettura predice una dualità tra proprietà geometriche da una parte e proprietà fisiche legate alla Teoria delle Stringhe. Il Dipartimento di Matematica ha un gruppo di ricerca estremamente attivo in questo settore che ha coltivato anche fruttuose collaborazioni con colleghi del Dipartimento di Fisica. In tali contesti si collocano anche vari progetti di ricerca italiani ed europei di molti membri del Dipartimento di Matematica (vari Prin, un Fibr nel 2012 e **un ERC Consolidator** nel 2017).

### **Metodi formali:**

Nel settore dei metodi formali, tecniche matematiche di vario genere vengono utilizzate per certificare hardware e software. In particolare, negli ultimi tempi hanno preso sempre più piede tecnologie basate su SMT-solvers, ossia su tool che implementano procedure di decisione a livello logico (si veda il sito <http://smtlib.cs.uiowa.edu/> per maggiori informazioni). Tali tool per essere sviluppati e ampliati necessitano di rigorosi fondamenti logico-matematici e di teoria dei modelli. Su queste tematiche esiste già una collaborazione pluriennale fra logici del Dipartimento di Matematica e ricercatori afferenti all'area delle reti nel Dipartimento di Informatica: tale collaborazione si è già concretizzata in 7 contributi in proceedings di workshop e conferenze internazionali e in 2 articoli su rivista (altri due articoli sono in fase di avanzata elaborazione). Tali lavori (tutti rintracciabili su AIR e firmati da autori che appartengono ad entrambi i Dipartimenti) comprendono sia aspetti teorici che aspetti prettamente sperimentali.

### **Geometria delle varietà proiettive e sue applicazioni:**

Collaborazione tra dipartimento di matematica e dipartimento di informatica. Tra le molteplici applicazioni della geometria algebrica proiettiva ad altre discipline, un ambito in cui le tecniche della geometria delle varietà immerse si dimostrano particolarmente efficaci è quello della ricostruzione di scene (statiche o dinamiche o segmentate) a partire da loro immagini e inoltre i luoghi di indeterminazione per la ricostruzione di scene (luoghi critici) spesso risultano essere varietà di interesse nel contesto della geometria proiettiva (varietà determinanti ed altre varietà speciali). La sinergia tra il settore di ricerca proprio della geometria algebrica proiettiva e quello della computer vision ha già prodotto diverse pubblicazioni scientifiche. Alcuni dei ricercatori aderenti al progetto hanno anche studiato le proprietà geometriche delle linee del campo elettrico emesso da un dipolo magnetico, per sviluppare algoritmi che permettano di migliorare gli attuali dispositivi A.R.T.V.A. per la ricerca di dispersi in valanga. La ricerca in questione ha portato alla presentazione di un brevetto che al momento è soggetto di valutazione da parte degli organi competenti.

### **Machine learning:**

Questo campo di ricerca di estrema attualità coinvolge campi di studio di area informatica e matematica. È una disciplina che studia algoritmi e tecniche matematiche per cui i sistemi informatici possano progressivamente apprendere dal proprio comportamento precedente e da feedback esterni, così da

migliorare nel tempo la propria capacità di prendere decisioni riducendo via via il numero di errori commessi. Le possibili ricadute riguardano svariati ambiti quali l' Intelligenza Artificiale; il supporto a disabilità attraverso sistemi per il riconoscimento del linguaggio naturale, del parlato o della scrittura; l' adattamento dell'ambiente alla persona (ad es. l'adeguamento del livello di illuminazione e riscaldamento); il comportamento adattivo di sistemi per l'agricoltura e per le previsioni meteorologiche. Questo settore è correlato al successivo per il quale rappresenta al contempo una necessità (visto che l'addestramento di sistemi basati sul learning richiede di solito grandi quantità di dati) e una soluzione (nel senso che il machine learning permette di analizzare efficientemente grandi dati anche di natura e qualità eterogenee).

### **Big data:**

L'ideazione di nuove metodologie per l'analisi di grandi collezioni di dati è attualmente un ambito di ricerca molto attivo, e richiede competenze di natura informatica e matematica per quanto riguarda tecniche statistiche, applicazioni e software per registrazione, compressione, elaborazione, consultazione, e condivisione dei dati. I dataset possono provenire dai più svariati campi quali dati di traffico in reti di telefonia cellulare, interazioni in reti sociali, dati finanziari ed economici, dati relativi a sistemi di trasporto, traffico veicolare e logistica, ecc. Questo ambito di ricerca crescerà ulteriormente in futuro a causa della sterminata quantità di informazioni create da sensori disseminati nell'ambiente e da dispositivi wireless in possesso delle persone (c.d. Internet of Things).

### **Scienze sociali, dinamiche delle popolazioni:**

L'analisi del comportamento degli utenti di reti sociali è una scienza di recente sviluppo ma di grande impatto potenziale sulle abitudini delle persone (si pensi ad esempio applicazioni di marketing, e si vedano anche i recenti casi di cronaca di Cambridge Analytica e l'abuso di dati di utenti Facebook), sul rapporto tra individui e con l'ambiente (annotazioni per uso pubblico associate all'ambiente nella augmented reality), sulla modalità di uso di tali piattaforme (recommender system che suggeriscono contenuti di interesse nella mole di informazioni disponibili in Internet). Le metodologie applicate in questo ambito si estendono all'analisi del comportamento di popolazioni con varie caratteristiche. Questo settore richiede le conoscenze di informatica, matematica e fisica.

### **Elettronica e Telecomunicazioni:**

Questo settore richiede competenze in area fisica e informatica, ed è evidente la sua importanza attuale e futura dal punto di vista: (i) della creazione di infrastrutture wireless sempre più pervasive che consentano l'accesso a dati da qualunque luogo; (ii) dello sviluppo di dispositivi per il monitoraggio di e l'intervento su l'ambiente (sensori e attuatori) a fini di studio del clima e degli inquinanti, e di applicazioni di sicurezza delle persone (prevenzione di incidenti automobilistici, monitoraggio di incendi e di ambienti industriali rischiosi, ecc.), per citare solo due temi attualmente di grande interesse. Si osserva che le applicazioni elencate per i suddetti ambiti di ricerca hanno evidenti ricadute in settori di nascente interesse quali:

- l'intelligenza artificiale (già ottenuto un finanziamento ERC Advanced Grant a Fisica per applicazione dell'intelligenza artificiale allo studio della struttura del protone)
- l'ambient intelligence
- le smart city
- le politiche green (risparmio energetico, trasporti sostenibili...)
- l'e-health (migliore assistenza ai pazienti in termini di continuità e tempestività, assistenza da remoto con riduzione dell'ospedalizzazione)
- l'industria 4.0

per i quali vi sono competenze e che possono portare ad attività di terza missione sul e con il territorio. Come ulteriore esempio, le numerose attività di ricerca nei campi dell'ambient intelligence, delle smart city e delle analisi di dati ambientali potrebbero trovare una proficua applicazione nella riqualificazione urbanistica di Città Studi.

### **Problemi di localizzazione e transizione isolante-conduttore (problema del 10 Martini):**

Da molti anni uno dei problemi più studiati in Fisica e Matematica è quello della localizzazione e transizione da stati localizzati a stati delocalizzati nei sistemi quantizzati. Si tratta di un problema di fondamentale importanza legato al problema della conducibilità nei solidi e che ha portato a più di un premio Nobel (citiamo Anderson e Kosterlitz) e a una medaglia Fields (Avila). Nel nostro ateneo vi sono gruppi di ricerca attivi in questo settore sia nel Dipartimento di Fisica che in quello di Matematica e i risultati ottenuti nel settore hanno avuto un certo successo (ad esempio hanno portato all'invito di Vieri Mastropietro del Dipartimento di Matematica all'ICM, il più prestigioso congresso mondiale di Matematica).

Un problema connesso è quello della transizione tra comportamenti ordinati e caotici in sistemi dinamici, problema di fondamentale importanza per lo studio delle proprietà statistiche della materia e dello sviluppo della turbolenza, uno dei problemi del millennio del Clay mathematical institute, problema che ha visto i contributi di varie medaglie Fields, tra cui Bourgain e Tao. In questo campo sono attivi vari gruppi sia nel Dipartimento di Matematica che in quello di Fisica e in effetti l'intera attività qui trae giovamento da frequenti discussioni tra fisici e matematici, che hanno in questo modo la possibilità di confrontare i risultati ottenuti con i diversi metodi.

### **Spiegazione microscopica dell'attrito:**

Citiamo ancora il problema della comprensione della dissipazione esperita da una particella in moto in un solido, problema legato all'ancora aperta questione di dare una spiegazione basata su principi fondamentali della legge di Coulomb secondo la quale l'attrito è proporzionale alla velocità. In questo campo negli anni recenti vari ricercatori del Dipartimento di Fisica hanno portato avanti lavori teorico-numeriche e corrispondentemente nel Dipartimento di Matematica sono stati portati avanti studi legati agli effetti dispersivi in catene di particelle. I confronti e le discussioni tra i due gruppi ci si aspetta che portino in futuro ad avanzamenti non banali della teoria.

### **Programmazione di GPU e metodi numerici:**

Una possibile interessante interazione fra Informatica e Matematica riguarda la programmazione delle GPU e lo sviluppo di metodi numerici all'avanguardia per problemi evolutivi di grandi dimensioni. Si tratta di metodi espliciti per problemi complessi quali i problemi di impatto, di dinamica veloce, di strutture a forte non linearità etc. Tali questioni si riverberano anche in ambito fisico. Per esempio, in astrofisica dove vengono utilizzati metodi di tipo SPH (Smoothed-Particle Hydrodynamics), che potenzialmente potrebbe trarre vantaggio dalla programmazione su GPU.

### **Problemi di ottimizzazione combinatorica:**

Da quando si è passati dalla teoria della complessità computazionale del caso peggiore a quella del caso tipico, nell'affrontare questi temi vi è stata, con successo, una grande confluenza di metodi diversi che vengono dalla Teoria Algebrica dei Grafi, dall'Analisi classica, in particolare dei metodi variazionali applicati alla teoria del trasporto ottimo (che quest'anno ha visto con grande soddisfazione per noi italiani il riconoscimento della Field Medal per Alessio Figalli), della teoria della probabilità, delle estensioni della Meccanica Statistica ai sistemi disordinati operata in Fisica, che porta non solo una migliore comprensione dei temi della complessità ma anche allo sviluppo di una nuova generazione di algoritmi per la soluzione di problemi che vengono dalla Informatica Teorica, e nelle applicazioni allo studio delle reti complesse, anche in scienze sociali, in economia ed in biologia.

### **Ricerca Operativa e Scienze delle Decisioni**

L'ottimizzazione combinatoria rientra nella più ampia branca della Ricerca Operativa, una branca della matematica in cui problemi di decisione complessi vengono affrontati con metodi matematici e informatici. La Laurea Magistrale in Informatica propone un percorso in quest'ambito, i cui insegnamenti sono seguiti anche da molti studenti di Corsi di Laurea di Matematica. L'importanza di questa tematica interdisciplinare si riflette nel crescente interesse per le Scienze delle Decisioni (esiste già in Università Bocconi un Dipartimento ad esse dedicato), campo in cui sarà possibile in futuro organizzare iniziative didattiche presso UniMI.

**I docenti del Dipartimento di Matematica "Federigo Enriques" che hanno sottoscritto il "Progetto per Città Studi" sono:**

Alberto Alzati  
Fabrizio Andreatta  
Dario Paolo Bambusi  
Luca Barbieri-Viale  
Marina Bertolini  
Mariagrazia Bianchi  
Gilberto Bini  
Elena Bonetti  
Nicoletta Bressan  
Marta Calanchi  
Andrea Carati  
Paola Causin  
Cecilia Cavaterra  
Elisabetta Colombo  
Francesca Fierro  
Marco Frittelli  
Marco Alessandro Fuhrman  
Giuseppe Gaeta  
Alice Garbagnati  
Silvio Ghilardi  
Antonio Giorgilli  
Massimiliano Goldwurm  
Anna Gori  
Antonio Lanteri  
Carlo Lovadina  
Marco Maggis  
Sandra Mantovani  
Vincenzo Marra  
Paolo Mastrolia  
Vieri Mastropietro  
Diego Matessi  
Carlo Mazza  
Francesca Messina  
Giuseppe Molteni  
Riccardo Montalto  
Andrea Montoli  
Daniela Morale  
Emanuele Pacifici  
Simone Paleari  
Kevin Ray Payne  
Marco Maria Peloso  
Tiziano Penati  
Livio Pizzocchero  
Marco Rigoli  
Luca Rondi  
Bernhard Ruf  
Maura Elisabetta Salvatori  
Federica Sani  
Marco Sansottera  
Simone Scacchi  
Marco Adamo Seveso  
Paolo Stellari  
Massimo Emilio Tarallo  
Cristina Tarsi  
Elide Terraneo  
Alfonso Tortora  
Cristina Turrini

Stefania Ugolini  
Enrico Valdinoci  
Lambertus Van Geemen  
Andreas Veaser  
Libor Vesely  
Marco Vignati  
Elena Villa  
Elena Zampieri  
Clemente Zanco

**I membri del personale tecnico, amministrativo e bibliotecario del Dipartimento di Matematica "Federigo Enriques" e della sua biblioteca che hanno sottoscritto il "Progetto per Città Studi" sono:**

Giovanna Columpsi  
Donatella De Tommaso  
Giovanna Dimitolo  
Francesco Fichera  
Paola Franceschini  
Patrizia Franzoni  
Dario Garao  
Sabina Leonardi  
Stefania Leonardi  
Luisa Mondina  
Mara Morandi  
Giuliano Moreschi  
Anna Panico  
Annalisa Riatto  
Nadia Simionato  
Paola Testi Saltini  
Maria Urso  
Daniela Zaccaria

**I docenti del Dipartimento di Informatica "Giovanni Degli Antoni" che hanno sottoscritto il "Progetto per Città Studi" sono:**

Elena Pagani  
Paolo Boldi  
Giuseppe Boccignone  
Emanuele Tresoldi  
Mattia Monga  
Matteo Camilli  
Alberto Momigliano  
Nello Scarabottolo  
Nicolò Cesa-Bianchi  
Federico Pedersini  
Valentina Ciriani  
Alessandro Rizzi  
Giorgio Valentini  
Luca Andrea Ludovico  
Rita Maria Rosa Pizzi  
Andrea Trentini  
Raffaella Lanzarotti  
Nunzio Alberto Borghese  
Anna Morpurgo  
Roberto Cordone  
Mario Malcangi  
Marco Frasca

Elena Casiraghi  
Violetta Lonati  
Gabriella Trucco  
Federico Avanzini  
Giorgio Presti  
Giovanni Righini  
Dario Malchiodi  
Camillo Fiorentini  
Giovanni Pighizzini  
Adriano Baratè  
Sergio Mascetti  
Anna Maria Zanaboni  
Giuliano Grossi  
Paolo Perlasca  
Andrea Visconti  
Marco Trubian  
Alberto Ceselli  
Nicola Bianchessi  
Marco Tarini  
Sebastiano Vigna  
Elvinia Riccobene  
Marco Mesiti  
Chiara Braghin  
Stefano Valtolina  
Walter Cazzola  
Carlo Bellettini  
Stavros Ntalampiras  
Marco Casazza  
Stefano Ferrari  
Lorenzo Capra  
Angelo Genovese  
Dario Maggiorini  
Stelvio Cimato  
Claudio Bettini  
Davide Gadia  
Laura Anna Ripamonti  
Barbara Rita Barricelli

**I docenti del Dipartimento di Fisica “Aldo Pontremoli” che hanno sottoscritto il  
"Progetto per Città Studi" sono:**

Giuseppe Bertin (PO)  
Angela Bracco (PO)  
Sergio Caracciolo (PO)  
Stefano Forte (PO)  
Matteo Paris (PO)  
Alberto Pullia (PO)  
Daniela Bettega (PA)  
Franco Camera (PA)  
Leonardo Carminati (PA)  
Marco Cosentino Lagomarsino (PA)  
Marcello Fanti (PA)  
Giancarlo Ferrera (PA)  
Flavia Groppi Garlandini (PA)  
Dietmar Klemm (PA)  
Valentino Liberali (PA)  
Giuseppe Lodato (PA)  
Marco Lombardi (PA)  
Nicola Manini (PA)  
Luca Molinari (PA)  
Nicola Neri (PA)

Pierre Pizzochero (PA)  
Bassano Vacchini (PA)  
Alessandro Vicini (PA)  
Alessio Zaccone (PA)  
Fabrizio Castelli (RU)  
Michela Cavinato (RU)  
Davide Pini (RU)  
Nicola Piovella (RU)  
Giovanni Puddu (RU)  
Mario Raciti (RU)  
Massimo Sorbi (RU)  
Stefano Carrazza (RTD-B)  
Giancarlo Maero (RTD-B)  
Marco Gherardi (RTD-A)

**I rappresentanti di PTA, nel consiglio del Dipartimento di Fisica “Aldo Pontremoli” che hanno sottoscritto il "Progetto per Città Studi" sono:**

Paola Calzolari (PTA)  
Augusto Bassi (PTA)  
Stefano Zanchi (PTA)