

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA

DIPARTIMENTO DI INFORMATICA – SCIENZA E INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria e Scienze Informatiche

Gamification e Biodiversità: una web app per supportare la citizen science

Elaborato in:

Programmazione di Sistemi mobile

Relatore:
Dott.ssa
Catia Prandi

Presentata da:
Massimiliano Conti

Correlatore:
Prof.ssa
Marta Galloni

Sessione III
Anno Accademico 2021-2022

Introduzione

L’educazione ambientale è il rapporto che vi deve essere tra l’uomo e l’ambiente in cui vive, basato nell’istruire il primo sul rispetto per il secondo. Pertanto l’educazione ambientale ad oggi è diventata un proposito ed uno stimolo fondamentale all’interno dell’insegnamento, scolastico e non, poiché la conservazione degli ecosistemi e della bio-diversità è costantemente minacciata da un’ampia gamma di fattori, tra cui l’azione dell’uomo, i cambiamenti climatici, l’inquinamento ed altre alterazioni naturali. Attualmente, più che mai, è importante diffondere la consapevolezza su questi problemi per promuovere uno sviluppo sostenibile e la protezione del nostro pianeta.

Questo elaborato andrà ad esporre la creazione di un’app di citizen science, la quale, difatti, avrà l’obiettivo di aumentare la sensibilizzazione ambientale tra gli utenti. In aggiunta all’interno dell’applicazione verranno inseriti degli elementi di gamification che permettano agli individui registrati di essere più coinvolti ed incentivati all’utilizzo cosicché permettano maggiormente di promuovere l’educazione ambientale.

L’elaborato inizierà con la descrizione del contesto nel quale l’applicativo è stato pensato, seguendo poi con la fase di analisi e progettazione, nella quale avverrà la spiegazione dei passaggi per la creazione della web app e delle varie tecnologie che verranno scelte ed utilizzate. In fine verrà fornita una descrizione delle varie componenti che hanno portato alla sua implementazione, permettendo così di mostrare gli specifici passaggi per la creazione

dell'applicativo, con l'ausilio di esempi pratici delle tecnologie usate e delle sfide affrontate durante lo sviluppo.

Il primo capitolo introdurrà l'importanza che riveste l'implementazione di una adeguata educazione ambientale, soprattutto in ambiente scolastico, anche attraverso metodi che coinvolgono l'uso di strumenti tecnologici, per consentire alle persone di riconoscere e di salvaguardare la biodiversità. Inoltre verranno descritti i concetti di citizen scienze e di gamification delineando gli elementi che li caratterizzano attraverso l'utilizzo di vari esempi pratici. Permettendo così di presentare anche le modalità attraverso cui la web app con gli elementi di gamification possa essere applicata al contesto educativo al fine quindi imparare, contribuire e coinvolgere il pubblico. Questo capitolo si concluderà con la presentazione del progetto Life 4 pollinators dal quale questo progetto prende spunto, che aiuta e migliora la conoscenza sugli insetti impollinatori e sulle piante entomofile fornendo informazioni a riguardo e materiale utile.

Il secondo capitolo affronterà le fasi iniziali della creazione dell'applicazione, iniziando dall'analisi degli scopi fondamentali e dall'elaborazione dei requisiti funzionali e non funzionali necessari del sistema. Verranno poi illustrati i diversi mockup, i quali saranno stati sviluppati durante la fase di design sulla base dei requisiti. Inoltre verranno descritti i software utilizzati, le tecnologia scelte per la realizzazione e lo sviluppo dell'applicazione.

Il terzo e ultimo capitolo descriverà invece i singoli componenti sviluppati, sia dalla parte dell'utente mostrando l'uso degli elementi di gamification e della resa visiva, sia dal lato più logico e funzionale come l'interazione tra cliente e server oppure tra server e database. Infine verranno spiegate le librerie inserite ed i vari componenti con vari esempi di codice ed immagini della versione finale insieme alla descrizioni delle scelte di implementazione adottate per ciascuno di essi.

Indice

Introduzione	i
1 Contesto	1
1.1 Educazione ambientale	1
1.1.1 L'importanza della biodiversità	2
1.1.2 L'uso della tecnologia come connessione alla natura	4
1.2 Strategie per coinvolgere	5
1.2.1 Gamification	6
1.3 Citizen Science	12
1.3.1 Life 4 Pollinators	15
2 Progettazione e tecnologie	17
2.1 Progettazione	17
2.1.1 Analisi dei requisiti	18
2.1.2 Design e Mockup	19
2.2 Tecnologie Utilizzate	24
2.2.1 React Native	24
2.2.2 Visual Studio Code	26
2.3 Tecnologie Back-end	27
2.3.1 NodeJS	27
2.3.2 MongoDB	28

3 Sviluppo	29
3.1 Implementazione	29
3.1.1 La Comunicazione	29
3.1.2 Database Remoto	31
3.1.3 Le funzioni di React	33
3.1.4 Le route di React	35
3.1.5 Login/Register	36
3.1.6 La Homepage	38
3.1.7 Le Rilevazioni	41
3.1.8 La Classifica	44
3.1.9 I Badge	46
Conclusioni	49
Bibliografia	53
Ringraziamenti	56

Elenco delle figure

1.1	Esempio di obbiettivi di una missione in “Battlefield 3”	7
1.2	Esempio di una classifica in ”Call of Duty: Black Ops”	8
1.3	Esempio di schermata dei Badge in “Sea of Thieves”	8
1.4	Logo del progetto Life 4 pollinators	16
2.1	Schermata/Mockup di inizio e accesso	22
2.2	Schermata/Mockup di homepage	23
2.3	Schermata/Mockup di rilevazione	24
2.4	Schermata/Mockup versione mobile	25
3.1	Componente di Login	38
3.2	Componente “Banner” in Homepage	39
3.3	Bottone di inizio rilevazione	41
3.4	Visualizzazione dei diversi fiori	42
3.5	Visualizzazione dei diversi impollinatori	43
3.6	Visualizzazione della classifica	46
3.7	I Badge collezionabili	47

Listings

2.1	Esempio di file in React	25
2.2	Implementazione di Express per Node.js	27
2.3	Esempio di modello di dati di Mongoose	28
3.1	Esempio di chiamata GET su Node.js	30
3.2	Esempio di chiamata POST su Node.js	30
3.3	Modello di dati degli utenti in Mongoose	31
3.4	Modello di dati di fiori e impollinatori in Mongoose	32
3.5	Implementazione React hook	34
3.6	Esempio di Route in React	35
3.7	Form di Login	36
3.8	Componente React Banner	39
3.9	Richiesta al server dei dati di fiori ed impollinatori	41
3.10	Aggiornamento dei dati della rilevazione	43
3.11	Richiesta GET della classifica	45
3.12	Richiesta GET dei dati dei badge	46

Capitolo 1

Contesto

1.1 Educazione ambientale

La vita sulla Terra dipende essenzialmente dall’ambiente che ci circonda, in quanto ci fornisce non solo le risorse di cui abbiamo bisogno per vivere, ma anche l’ispirazione per le nostre attività creative e culturali. Inoltre, è importante sottolineare come la salute dell’ambiente abbia un impatto significativo sull’economia, poiché molti settori dipendono dalle risorse naturali per la loro attività [1]. L’educazione ambientale ci aiuta a capire come le attività umane influenzano la natura e la società [2].

L’obiettivo principale dei programmi di educazione ambientale è di promuovere un cambiamento significativo nei comportamenti delle persone, attraverso un aumento della loro consapevolezza e comprensione delle questioni ambientali. La formazione e la sensibilizzazione di queste ultime sono fondamentali perché permettono alle persone di acquisire una visione più approfondita della situazione e di sviluppare una maggiore capacità di prendere decisioni informate e responsabili riguardo al mondo che ci circonda [3].

Gli educatori ambientali sono presenti in tutte le aree della società, dalle scuole alle aziende fino alla comunità in generale [1]. La scuola rappresenta un’opportunità ideale per lanciare progetti di educazione ambientale e sostenibilità, grazie alla sua connessione con il territorio, all’interazione quotidiana

e alla capacità di creare percorsi di apprendimento mirati [4]. In essa gli educatori possono lavorare a stretto contatto con studenti, insegnanti, amministratori e consigli scolastici per rendere le scuole più eco-friendly [1]. Questi progetti a livello scolastico possono avere un impatto importante anche sulle comunità locali [5], perché stimolano la consapevolezza nelle nuove generazioni, di essere parte di una collettività a livello locale e globale [4]. Tanto è vero che negli ultimi decenni la consapevolezza rispetto alle minacce ambientali è aumentata ed a riguardo sono diventati sempre più diffusi i programmi di sensibilizzazione nelle scuole [5].

1.1.1 L'importanza della biodiversità

La biodiversità fa riferimento alla varietà di esseri viventi, comprese le piante, i batteri, gli animali e gli esseri umani. Fino ad oggi gli scienziati hanno stimato che esistono circa 8,7 milioni di specie di piante ed animali. Tuttavia, finora ne sono state identificate e descritte solo circa 1,2 milioni, la maggior parte delle quali sono insetti. Molte specie invece devono ancora essere scoperte, mentre molte altre sono minacciate di estinzione a causa delle attività umane e questo mette a rischio la magnifica biodiversità della Terra.

Tutte le specie della Terra lavorano insieme per sopravvivere e mantenere i loro ecosistemi. Ad esempio, l'erba nei pascoli nutre il bestiame, il quale produce fertilizzante restituendo i nutrienti al terreno ed aiuta le coltivazioni. Molte specie forniscono quindi importanti benefici agli esseri umani [6].

La biodiversità è importante per la maggior parte degli aspetti della nostra vita e la possiamo apprezzare sia per ciò che fornisce agli esseri umani, sia per il valore che ha di per sé. Ad esempio essa è fondamentale per i nostri bisogni di base come il cibo, il carburante, il riparo e le medicine.

Inoltre gli ecosistemi ci forniscono il risultato di attività come l'impollinazione, il clima, la purificazione dell'acqua ed altro ancora [7].

Tuttavia gli ecosistemi indeboliti dalla perdita di biodiversità hanno meno probabilità di garantire la disponibilità sufficiente di tali risorse tenendo con-

to di una popolazione umana in continua crescita [8].

Gli scienziati stimano che entro il prossimo secolo, metà delle specie viventi sulla Terra potrebbero estinguersi a meno che non vengano intraprese forti azioni di tutela e conservazione della biodiversità e degli habitat [6].

Le specie sono anche fondamentali per le identità religiose, culturali e nazionali. Tutte le principali religioni includono elementi della natura e 231 specie sono formalmente utilizzate come simboli nazionali in 142 paesi.

Purtroppo, più di un terzo di queste specie sono a rischio. Gli ecosistemi come parchi e altre aree protette forniscono anche una ricreazione e una risorsa di conoscenza per i visitatori, e spesso la biodiversità è fonte di ispirazione per artisti e designer [8].

La protezione della biodiversità diventa quindi indispensabile e cruciale per ottenere la riduzione delle emissioni di gas serra e prevenire il conseguente aumento del riscaldamento globale o ulteriori cambiamenti climatici [6]. Almeno il 40% dell'economia mondiale e l'80% dei bisogni dei poveri derivano da risorse biologiche. Se la perdita di biodiversità continuerà al ritmo attuale, le industrie alimentari, forestali, commerciali ed eco-turistiche secondo le stime potrebbero perdere complessivamente 338 miliardi di dollari all'anno. Per di più circa il 75% delle colture alimentari globali dipende da animali e insetti come le api per impollinarle, tuttavia molte di queste popolazioni di impollinatori sono in declino, il che potrebbe comportare un rischio di perdita di oltre 235 miliardi di dollari di prodotto agricolo.

Comprendendo le minacce alla biodiversità e l'importanza cruciale che essa riveste per il benessere del nostro pianeta, dobbiamo agire. Dobbiamo impegnarci a livello locale, nazionale e globale per migliorare le politiche ambientali e promuovere pratiche sostenibili. La conoscenza è potere e noi possiamo usare questa conoscenza per influenzare il cambiamento. Le scelte di stile di vita degli individui e delle comunità hanno un impatto significativo sulla biodiversità e sull'ambiente. Dobbiamo educare e sensibilizzare la popolazione sull'importanza della biodiversità e lavorare insieme per proteggere e preservare questa risorsa preziosa per le generazioni future [7].

1.1.2 L'uso della tecnologia come connessione alla natura

Ogni giorno, la tecnologia sta diventando sempre più una parte intrinseca del nostro stile di vita dinamico, prendendo parte al modo con cui apprendiamo e con cui ci informiamo. L'integrazione della tecnologia per migliorare la qualità dell'istruzione è uno dei punti distintivi del 21esimo secolo [9]. Ancora di più oggi con l'aumento della disponibilità di strumenti come lo smartphone e l'accesso ad Internet sempre a portata di mano [10]. Questo consente agli studenti di lavorare su progetti supportati da risorse multimediali, di comunicare e cooperare a distanza e di accedere alle informazioni ovunque e in qualsiasi momento. Questo a sua volta facilita un'ampia condivisione delle conoscenze e la creazione di una comunità di studenti che condividono obiettivi comuni. I ricercatori hanno inoltre sostenuto che gli studenti imparano meglio quando hanno l'opportunità di apprendere abilità e teorie nel contesto in cui vengono utilizzate. [11].

Occorre quindi prestare attenzione alla necessità di sviluppare ed aggiornare le risorse sull'educazione ambientale, che ad oggi sono per la maggior parte in formato cartaceo e potrebbero non coinvolgere i nuovi studenti. Si necessita di una maggior unione tra tecnologia ed ambiente [9].

Gli strumenti con cui possiamo rimanere più informati in qualsiasi momento e far progredire la consapevolezza ambientale sono le notifiche istantanee, i social network e la promozione dei contenuti scientifici [10]. L'uso di tutte queste nuove tecnologie può quindi aiutare gli studenti a trovare e organizzare le informazioni, costruire le loro idee e comunicarle agli altri [11].

La tecnologia non viene usata solo per l'informazione. In molti campi all'avanguardia, come la bioingegneria e la nanotecnologia, la tecnologia e la natura lavorano insieme. Difatti la natura viene esplorata grazie alla tecnologia sia fisicamente ad esempio con l'utilizzo di sonde sia con simulazioni computerizzate. Inoltre anche vari dispositivi e sistemi come le dighe o le pale eoliche sono strumenti sempre a contatto con la natura [12].

1.2 Strategie per coinvolgere

L'apprendimento è un processo attivo e, come tutti i processi attivi, richiede motivazione sia per iniziare che per continuare. Nei giovani studenti la motivazione all'apprendimento è spesso prontamente disponibile, ma può diminuire negli studenti più grandi [13]. Ognuno di noi apprende in modo unico, sperimentando modalità personali di apprendimento, e da ciò derivano delle variazioni nell'approccio all'apprendimento.

I più comuni tipi di apprendimento sono:

- **Apprendimento Visivo:** quando lo studente ha preferenza nell'osservare le cose, le immagini, le indicazioni ed altro;
- **Apprendimento Uditivo:** quando lo studente tende ad apprendere meglio l'argomento se è rafforzato dal suono, oppure ad esempio preferisce ascoltare una lezione piuttosto che leggere gli appunti;
- **Apprendimento Tattile/Pratico:** quando lo studente impara meglio attraverso l'esperienza, e quindi preferisce essere coinvolto nel processo dell'apprendimento toccando o gestendo, per poi comprendere i concetti;
- **Apprendimento attraverso la lettura e/o scrittura:** quando lo studente predilige la lettura durante la fase di apprendimento, ma al tempo stesso anche ad esempio scrivere i propri appunti o fare ricerche su internet può essere d'aiuto, dinamico e collaborativo.

Comprendere questi diversi tipi di apprendimento può giovare al modo in cui gli insegnanti gestiscono i loro studenti, portandoli a scegliere di impostare progetti di gruppo e/o selezionare un apprendimento individuale. [14]. In ogni caso l'apprendimento collaborativo ha numerosi vantaggi, i quali inoltre sono ampiamente riconosciuti. Difatti che internet e l'uso della tecnologia sono ottimi mezzi per creare ambienti dedicati all'apprendimento.

Questo rende più facile la condivisione di idee e la costruzione di un gruppo di studenti con obiettivi condivisi [11].

Quando gli studenti lavorano in coppia entrambi stanno sviluppano preziose capacità risolutive formulando le proprie idee, discutendone, ricevendo pareri e ponendosi nuove domande. Queste interazioni aiutano gli studenti ad apprendere le tecniche di autogestione.

Così che gli studenti si allenano ad essere pronti a completare vari compiti ed a lavorare insieme all'interno del gruppo per comprendere e ragionare sul modo in cui intendono contribuire all'obiettivo [15].

Poiché l'apprendimento è un processo che richiede anche un fattore stimolante, ne consegue che potrebbero esserci maggiori benefici dall'incorporazione di concetti di gioco con l'istruzione in contrasto ad altre attività passive come guardare programmi educativi o leggere [13].

Questo concetto prende il nome di Gamification e ha dimostrato di essere positivo sul coinvolgimento scolastico e sull'interesse delle discipline [16].

1.2.1 Gamification

La gamification è l'applicazione di elementi di progettazione e di principi tipici dei giochi in differenti attività e contesti in cui non erano presenti, con l'obiettivo di creare più motivazione e coinvolgere maggiormente.

All'inizio del 1900, se eri un boy scout potevi ottenere veri e propri distintivi e gradi, una tradizione che viene portata avanti ancora oggi. Dopodiché con l'arrivo dei computer, hanno iniziato a diventare popolari negli anni '70 e '80 i videogiochi educativi [17].

Possiamo generalmente definire i giochi come “*una forma di intrattenimento partecipativo o interattivo*” ed in genere fanno leva sull'istinto di competizione per motivare e incoraggiare comportamenti produttivi.

Tuttavia gli stessi meccanismi possono essere utilizzati per incoraggiare comportamenti collaborativi e cooperativi in modo positivo [13].

Alcuni elementi classici dei giochi utilizzati nella gamification sono:

- **Gli obiettivi e i punti:** che sono creati per guidare al completamento dei vari compiti assegnati al fine di ottenere il risultato desiderato. Gli obiettivi che portano alla padronanza di una abilità o di un argomento, è stato dimostrato che incrementano la quantità di tempo dedicata all'attività [13];



Figura 1.1: Obiettivi di una missione in Battlefield 3 (sulla sinistra)

- **Le Classifiche:** sono usate dal mondo dello sport, ai videogiochi e in generale ovunque ci sia la competizione [17]. Come suggerisce il nome, si tratta di elenchi di giocatori classificati in base al loro successo all'interno del gioco. Sono usate in modo individuale, ma aiutano anche ad incoraggiare il lavoro di squadra nel caso vi fosse la presenza di un team [13];

CLASSIFICHE KINO DER TOTEN					
ROUND SUPERATI					
Grado	GAMERTAG	Round superati	Giocatori	Tempo ultimo round	
569582	NicoNixeR	32	2	01m 40s	
827959	Imbellita3	31	4	15m 36s	
827965	Th3 Vince	31	4	15m 36s	
828425	Gost x Cipolla	31	4	15m 20s	
1488129	SkiFull97	28	2	11m 34s	
1508919	iRuSh x MassiC	28	2	04m 51s	
1847776	DetroitPlayerz	28	4	01m 19s	
3259106	Iollo ed eny	25	4	02m 56s	
7717612	WheeledYeti9	18	2	01m 28s	
8893115	TROL99	17	4	04m 36s	
10098927	The Ultra AleM	16	4	01m 06s	
11036097	SOULARROW41	14	3	02m 06s	
11416210	Just xViper	14	4	02m 01s	
15129443	Soggetto088	10	3	58s	

Figura 1.2: Esempio di una classifica in "Call of Duty: Black Ops"

- **I badge e i Premi:** sono rappresentazioni che possono essere guadagnate e collezionate, per simbolizzare i propri meriti e poterli mostrare. Inoltre hanno la capacità di simbolizzare l'appartenenza ad un gruppo o come status symbol virtuali o fisici [18]. Tipicamente sono molto usati per motivare le persone in attività come l'esercizio fisico o completare la loro parte di lavori domestici [13].

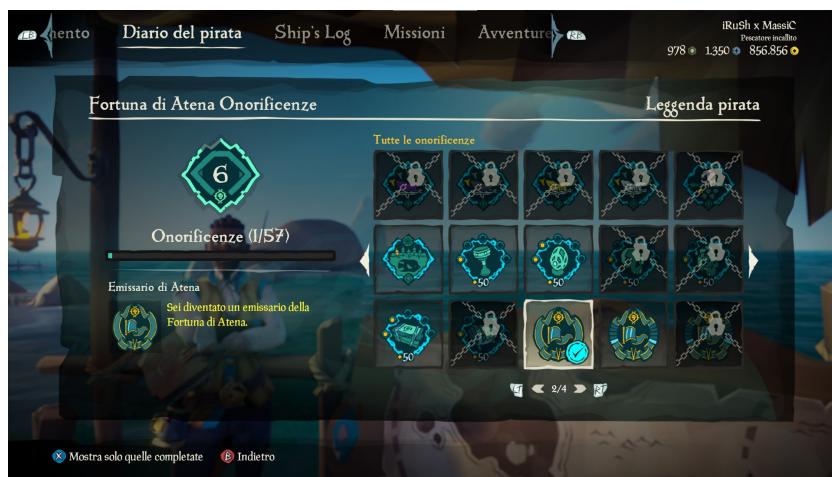


Figura 1.3: Esempio di schermata dei Badge in Sea of Thieves (Guadagnati sono luminosi, altrimenti con il lucchetto)

Nel corso degli anni la gamification è stata applicata a moltissimi aspetti della nostra vita quotidiana [18]. Ad esempio Forbes nel 2013 ha stimato che oltre il 70% della sua “*Global 2000 Companies*” (la lista delle 2000 aziende più grandi al mondo secondo Forbes) intendono usarla a fini di Marketing. Mentre siti web e social newtwork come Reddit, Stackoverflow e Foursquare sono cresciuti ed hanno espanso la loro varietà di elementi disponibili, aggiungendo monete ed altri meccanismi per confrontare maggiormente i propri utenti.

Inoltre la *Gamification per la salute* vede aziende, come Nike, lanciare piattaforme che tracciando i tuoi movimenti e ti spronano a migliorare confrontando le tue performance nel tempo e con i tuoi amici [17]. Difatti che uno studio ha dimostrato che gli utenti effettuano 194 passi in più al giorno una volta che hanno iniziato a utilizzare l'app, circa il 26% in più rispetto al solito [18]. Questo è un classico esempio di feedback dal vivo e micro-misurazione dei progressi per aiutare a progredire negli obiettivi personali. Così anche le app per la salute mentale sono riuscite a raggiungere un maggior numero di persone aiutandole ad essere più equilibrate [17].

In particolare c'è un forte interesse per la Gamification nel mondo dell'istruzione e della formazione perchè offre una varietà di vantaggi associati ai risultati cognitivi e memorizzazione [18].

Secondo la *Theory of Gamified Learning*, sviluppata da Richard Landers, l'obiettivo è di migliorare e non quello di sostituire l'istruzione attraverso lo sviluppo di due processi:

- Processo di moderazione che rafforza il legame tra la qualità del design didattico e i risultati ottenuti. Questo significa che attraverso la moderazione, si può garantire che il contenuto didattico sia efficace e risponda alle esigenze degli studenti, aumentando così la possibilità che essi raggiungano i risultati desiderati. La moderazione implica l'utilizzo di tecniche e strumenti per valutare, migliorare e garantire la qualità del contenuto didattico, contribuendo così a un'esperienza di apprendimento positiva e a una maggiore probabilità di successo;

- Processo di mediazione: influisce sull'apprendimento, incoraggiando comportamenti che migliorano i risultati. La mediazione aiuta a comprendere e mettere in pratica i concetti, favorendo una maggiore comprensione e capacità di applicazione. Può includere tecniche come discussioni di gruppo, problem-solving, casi di studio e applicazioni pratiche. La mediazione è importante per un apprendimento più completo e significativo.

Per aumentare l'efficacia in un contesto di apprendimento occorre almeno uno di questi due processi o entrambi [19].

Il processo di gamification di una attività può avvenire anche tramite l'aggiunta di diverse meccanismi di gioco, anche dette regole, che possono integrare gli strumenti elencati in precedenza. Sono separabili in due categorie: quelli che aiutano a svolgere il processo di gioco e quelli che supportano il processo stesso, noti anche come elementi che danno motivazione.

Le meccaniche sono le seguenti:

- Il gioco fine a se stesso: si definisce tale una attività che viene eseguita per l'interesse o la soddisfazione personale, senza ricompense esterne. Alcuni definisco questo il vero scopo della gamification;
- Gioco volontario: gli studenti non possono essere costretti a divertirsi quindi uno dei requisiti inevitabili del gioco è la volontarietà, che richiede motivazione in egual modo per i giochi educativi e non;
- Il gioco offre successo: non devono essere presenti compiti troppo difficili o troppi compiti generali per evitare che diventi noioso ed al tempo stesso non deve essere troppo semplice;
- Gioco rilassante: creare un ambiente “privo di ansia” è un beneficio ad esempio evitando di segnalare sempre gli errori commessi;
- Durata prefissata: il gioco e le sue dinamiche in molti casi accadono ad intervalli impostati precedentemente;

- Gioco trasparente: i risultati possono essere visti in anticipo e le regole non cambiano in corso d'opera in modo tale che il giocatore può continuamente vedere come sta andando;
- Presenza di spazio sociale: comunicare, aiutarsi e scambiarsi consigli crea cooperazione ed in molti casi è un fattore importante per arrivare alla soluzione

Si può notare che tali processi integrano quasi sempre almeno uno strumento base per raggiungere il proprio obiettivo [20].

È comunque importante sottolineare che l'introduzione degli elementi base della gamification all'interno del contesto educativo non trasformerebbe qualsiasi attività didattica in un gioco, ma farebbe in modo che gli studenti venissero coinvolti maggiormente nel processo didattico, grazie all'inserimento di elementi e meccanismi caratteristici del gioco [21].

Questi elementi possono avere diverse funzioni, tra cui:

- trasformare lavori o compiti tipicamente noiosi rendendoli più divertenti e gestibili;
- aiutare a rimanere concentrati;
- aumentare la partecipazione;
- produrre motivazione e soddisfazione;
- incrementare la capacità di utilizzare gli strumenti a propria disposizione per raggiungere obiettivi e soddisfare i propri bisogni [22].

Un esperimento del 2021, realizzato da un gruppo di ricercatori ed effettuato su un gruppo di 132 studenti ha evidenziato grosse differenze derivate dall'aggiunta degli elementi di gioco alle classiche attività.

I risultati di questo test mostrano, come grazie a questi elementi, hanno sviluppato abilità come:

- la capacità di lavorare in gruppo;
- la capacità di ascoltare le opinioni degli altri;
- la capacità di diventare autodidatta;
- la capacità di applicare le conoscenze nella pratica;
- la capacità analitica e la capacità di sintetizzare le informazioni.

In questo modo, la gamification rappresenta uno strumento per aiutare il settore educativo a soddisfare gli interessi della società digitale [23].

I giochi e i loro elementi tipici sono stati utilizzati per educare, intrattenere e coinvolgere per migliaia di anni. Un metodo per spronare l'orgoglio e la realizzazione in studenti di tutte le età [13].

1.3 Citizen Science

La Citizen science viene definita come una attività scientifica condotta da membri del pubblico, i cittadini, in collaborazione con scienziati, professionisti e istituzioni scientifiche [24]. Le ricerche scientifiche della natura su larga scala richiedono la raccolta di una grande quantità di dati in una serie di luoghi e habitat diversi nell'arco di anni o decenni. Un modo per ottenere tali dati è attraverso la citizen science, una tecnica di ricerca che coinvolge il pubblico nella raccolta di informazioni scientifiche. Questi vasti progetti possono creare una rete di partecipanti provenienti da diversi continenti o addirittura da tutto il mondo [25]. Viene quindi riconosciuta la figura di “Citizen scientist”, un volontario che raccoglie e processa dati facenti parte di una ricerca scientifica [24].

Il primo vero progetto è stato lanciato dall'ornitologo Wells Cooke che ha contattato appassionati ed amanti del birdwatching per raccogliere informazioni sulla migrazione degli uccelli. Il suo progetto in seguito si è evoluto nel “programma dei cambiamenti stagionali degli uccelli”, il quale è gestito dal

governo nordamericano. Così che le informazioni raccolte dai volontari sono state raggruppate all'interno di apposite schede, le quali ancora oggi sono disponibili e vengono scansionate per l'inserimento in un database pubblico. Quest'ultimo fornisce importanti informazioni storiche sui cambiamenti nei modelli migratori [26]. Vi è perciò da sottolineare che molte di queste persone non hanno mai ricevuto una formazione per diventare uno "scienziato", ma possono essere d'aiuto in progetti come questi che permettono l'analisi di una vasta gamma di argomenti e situazioni [27].

Prima dell'arrivo di internet gli argomenti sui quali si fondavano i progetti principali della citizen science erano tutti centrati sulla natura, come:

- il monitoraggio di torrenti e corsi d'acqua;
- l'osservazione di insetti e uccelli;
- il monitoraggio meteorologico;
- l'osservazione di piante e fauna selvatica;
- l'osservazione astronomica.

Difatti che nel caso di quest'ultima, non è possibile per una singola persona osservare l'intero cielo ogni notte, ma centinaia di persone possono farlo come appunto i volontari citizen scientist.

Di conseguenza essi hanno effettivamente scoperto comete e altri oggetti astronomici che invece i professionisti hanno perso.

Dunque la tecnologia ha aggiunto potenziale grazie a strumenti che oggi sono di uso quotidiano, come le app che consentono di svolgere effettivamente ricerche che in passato avrebbero richiesto specifiche attrezzature il tutto senza spendere soldi in strumenti di ricerca. Con le app adatte si possono facilmente identificare piante e animali, misurare la temperatura, la qualità dell'aria ed identificare colori. Inoltre si possono sfruttare i componenti come i GPS dei dispositivi ed i metadati dei file per una maggior precisione, ineppetti essi aumentano notevolmente il valore delle scoperte [26].

Può anche andare oltre alla semplice raccolta di dati ed informazioni, ad esempio costruendo un vasto sistema di calcolo virtuale mediante la condivisione in rete della potenza di calcolo degli strumenti dei partecipanti o anche sfruttando la loro immaginazione e la loro creatività mediante giochi scientifici e risoluzione di puzzle [24].

Ma nonostante la ricchezza di informazioni che ottengono i progetti di citizen science, non è universalmente accettato come metodo valido di ricerca scientifica. Eppure gran parte delle nostre conoscenze, inclusi ad esempio gli effetti del cambiamento climatico, derivano da essi. Negli ultimi due decenni il numero di cittadini che ne fanno parte è estremamente cresciuto. L'integrazione di internet nella vita quotidiana ed un accesso alla tecnologia sempre più facilitato hanno rappresentato un grande aiuto per la visibilità e la partecipazione a questi progetti [27].

Poiché si pratica in diversi ambiti e discipline scientifiche è stata proposta una classificazione in termini di impegno da parte dei partecipanti:

- **Rilevazioni passive:** le informazioni vengono ottenute dalle risorse che i partecipanti mettono a disposizione, come ad esempio dai sensori dei partecipanti ed inviate agli scienziati per l'analisi e l'utilizzo;
- **Studio Volontario:** in cui i partecipanti offrono il proprio contributo tramite l'utilizzo delle loro capacità nella identificazione di elementi o nell'analisi di informazioni. I compiti in questo tipo di progetto sono solitamente standardizzati per consentire una facile comparazione dei risultati ottenuti da diverse partecipanti;
- **Osservazioni ambientali ed ecologiche:** per progetti riguardanti focalizzati sul monitoraggio ambientale tra cui la flora e la fauna, come gli avvistamenti di particolari specie di uccelli e la loro migrazione verso diversi continenti;
- **Partecipare alle rilevazioni:** in cui i partecipanti hanno un maggior controllo delle rilevazioni perché sono muniti degli strumenti necessari;

- **Scienza civica e di comunità:** in cui il progetto inizia ed è guidato dai gruppi di partecipanti che identificano il problema che li riguarda [24].

1.3.1 Life 4 Pollinators

È un progetto coordinato dall’Università di Bologna e cofinanziato dal fondo europeo LIFE che, grazie anche alla citizen science, ha i seguenti obiettivi:

- incrementare le informazioni e la conoscenza delle piante impollinate da insetti;
- favorire una agricoltura naturale senza l’utilizzo di pesticidi;
- sensibilizzare i cittadini sull’importanza ed il declino degli impollinatori [28].

Queste attività mirano a migliorare la conoscenza sugli insetti impollinatori selvatici nativi e sulle piante entomofile per stimolare un comportamento favorevole alla conservazione. Promuovono un’agricoltura priva di pesticidi, aumentano il numero di insetti impollinatori, creando infrastrutture adeguate e sostengono le politiche a favore degli insetti impollinatori in ambienti rurali ed urbani.

Attraverso eventi ed attività formative opera in quattro paesi europei tra cui: in Italia attraverso Unibo ed il Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente (CREA-AA), in Spagna con la collaborazione di IMEDEA, in Grecia in collegamento con l’università dell’Egeo (UAELEAN) ed in Slovenia attraverso E-Zavod (un ente no-profit incentrato sullo sviluppo di attività per la qualità della vita della società contemporanea).

Il progetto ha messo a disposizione sul loro sito materiale utile sia per iniziare ad informarsi sugli argomenti trattati, sia per incominciare a contribuire e quindi diventare un *citizen scientist*. Attraverso le grandi tabelle sia

di piante entomofile che degli insetti impollinatori, si riesce a raccogliere un grande numero di classificazioni. È poi possibile caricare i propri rilevamenti effettuati raccogliendo diverse foto e descrivendo il luogo del ritrovamento. Insieme si cerca quindi di osservare e migliorare lo stato di conservazione degli impollinatori generando un progressivo cambiamento dei comportamenti e di certe abitudini non sostenibili.

Attraverso progetti come questo si cerca di sensibilizzare le persone alla conoscenza e al rispetto della natura, promuovendo l'educazione ambientale con esperienze alla portata di tutti. Life 4 Pollinators in particolare ci mostra come la progressiva diminuzione della biodiversità va contrastata e ci chiama a farne parte.



Figura 1.4: Logo del progetto Life 4 pollinators

Capitolo 2

Progettazione e tecnologie

2.1 Progettazione

Lo scopo fondamentale di questa tesi è la progettazione di un'applicazione incentrata sulla tematica ambientale che permetta di aumentare, in tutti gli utenti che la utilizzano, la consapevolezza sul valore della biodiversità. Difatti che l'applicazione che si andrà a sviluppare avrà il fine di consentire all'utente di monitorare le diverse specie di impollinatori mediante l'utilizzo di elementi di gamification. Così che, per rendere l'applicazione più semplice e velocemente utilizzabile da tutti verrà scelto di creare una web app.

Pertanto in quest'ultima dovrà essere presente la componente di gestione degli utenti, per acconsentire ad ogni individuo di iscriversi per usufruire dei servizi dell'applicazione. Inoltre ciò potrà fornire una esperienza diversa per ogni utente a seconda dell'utilizzo che ne fa.

Per quanto riguarda il tracciamento degli impollinatori, esso dovrà essere implementato attraverso un metodo che permetta di visualizzare diversi tipi di fiori andando così ad aiutare il riconoscimento di questi ultimi e le varie tipologie di impollinatori.

I dati, riguardo le tipologie di fiori ed impollinatori, sono stati presi dai contenuti in formato cartaceo di Life 4 Pollinators [28].

Per rendere coinvolgente ed appassionante l'esplorazione è prevista l'aggiunta di elementi di gamification, in particolare per creare un ambiente competitivo e sociale se ne sono scelti due:

- diversi badge da collezionare;
- una classifica che mostrerà il maggior numero di avvistamenti salvati con affianco il nome di chi ha raggiunto tale traguardo.

2.1.1 Analisi dei requisiti

La definizione dei requisiti è un passo fondamentale nel processo di sviluppo software. Essi rappresentano la descrizione delle funzionalità e delle prestazioni che un sistema deve avere per poter essere considerato completo e soddisfare le esigenze degli utenti. Questi possono essere suddivisi in due categorie: requisiti funzionali e non funzionali.

I requisiti funzionali

- Autenticazione e gestione degli account: la web app deve permettere la registrazione di nuovi utenti, la gestione degli account esistenti ed ogni utente deve poter accedere al proprio account tramite login;
- Gestione delle rilevazioni sugli impollinatori: ogni utente deve avere la possibilità di segnalare gli impollinati che osserva e queste rilevazioni devono essere associate al suo account e salvate nel database;
- Badge collezionabili: la web app deve tenere traccia di quante rilevazioni sono state eseguite da ciascun utente, per ricevere di conseguenza i vari badge collezionabili che saranno successivamente visibili nella homepage dell'utente;
- Classifica degli utenti: la web app deve essere in grado di calcolare la somma delle rilevazioni per ogni utente così da generare una classifica aggiornata in tempo reale visibile nella homepage.

I requisiti non funzionali

- Scalabilità: La web app deve essere in grado di gestire un grande numero di utenti e di rilevazioni sugli impollinatori;
- Usabilità: La web app deve essere facile da usare e navigare per gli utenti, con una homepage chiara e che mostri le informazioni più rilevanti;
- Prestazioni: La web app deve essere in grado di fornire una risposta veloce alle richieste degli utenti senza eccessivi ritardi o rallentamenti;
- Responsive: La web app deve adattarsi automaticamente alle diverse dimensioni degli schermi dei dispositivi utilizzati dagli utenti, in quanto il numero di utenti che accedono ai servizi web tramite dispositivi mobili è in costante crescita.

2.1.2 Design e Mockup

Una parte fondamentale del processo di sviluppo è la fase di design e creazione di mockup. Per cominciare, il designer utilizzerà software come Adobe XD, Sketch o Figma. Successivamente si inizia ad implementare i vari elementi necessari all'interno, tra cui i più distintivi sono:

- Layout: la struttura generale del sito, ovvero come sono disposti gli elementi durante la navigazione e le informazioni sulla tipografia, la dimensione e il colore dei testi.
- Design: lo stile visivo del sito, come i colori, le immagini, le icone utilizzate, l'uso di uno stile uniforme per i pulsanti e la selezione di una paletta di colori coerente.
- Funzionalità: le varie opzioni di navigazione, la possibilità di ordinare o filtrare gli elementi, la capacità di effettuare l'accesso e così via.

Questo mockup rappresenta una versione stilizzata dell'applicazione, con un layout e un design coerenti che rappresentano l'esperienza dell'utente. Il mockup può contenere anche elementi interattivi come pulsanti e link, che consentono di simulare l'interazione dell'utente con l'applicazione.

Una volta che il mockup è stato creato, il team di sviluppo può utilizzarlo come punto di partenza e guida visiva per la creazione dell'interfaccia utente dell'applicazione, con il vantaggio di ridurre al minimo eventuali errori.

Infatti, l'esperienza dell'utente è uno dei principali fattori che influenzano la percezione degli individui riguardo alla qualità dell'applicazione e quindi la loro propensione ad utilizzarla. Questa fase rappresenta un investimento fondamentale per il successo del progetto e per la sua evoluzione.

Adobe XD

Adobe XD è un software di design user-friendly sviluppato da Adobe Systems per la creazione di interfacce utente e prototipi di siti web e app mobile. È un ambiente di progettazione integrato che permette agli utenti di creare, condividere e testare rapidamente le proprie idee.

Le sue funzioni principali sono:

- Creare layout: gli utenti possono disegnare layout per il loro sito web, app mobile o tablet utilizzando strumenti facili ed intuitivi.
- Creare prototipi interattivi: permette di creare una versione funzionante del proprio progetto, che può essere testata su dispositivi veri o in un browser.
- Possibilità di collaborazione: offre la possibilità di condividere il proprio lavoro con altri membri del team o con i propri clienti, e di lavorare insieme su un progetto.
- Raccogliere informazioni: permette di raccogliere dati per monitorare l'utilizzo e le interazioni degli utenti sul proprio prototipo.

- Creare animazioni: offre strumenti di animazione avanzati per creare movimento e rendere più interattivi i prototipi per un'esperienza più realistica.
- Integrazione con altri software Adobe: permette di essere integrato ad altri programmi come Photoshop o Illustrator, per aumentare la flessibilità e la produttività.
- Ampie risorse disponibili: include molte risorse come icone, font e immagini che possono essere facilmente importate nei progetti.

L'utilizzo di Adobe XD per la creazione di mockup di un sito web consiste nel disegnare e modellare preventivamente un modello dell'interfaccia che si vorrebbe ottenere a lavoro ultimato, in modo che gli sviluppatori possano avere un'idea precisa delle funzionalità e dell'aspetto che avrà il sito.

Questo processo aiuta a chiarire gli obiettivi e le aspettative del progetto oltre che identificare eventuali problemi di design prima di iniziare a scrivere il codice, e a fornire una base solida per la successiva fase di sviluppo.

Prototipo

In questo mockup si è voluto mantenere un design semplice ed efficace, con uno sfondo rappresentante l'ambiente tipico in cui potrebbe essere usato ed una selezione di colori per gli elementi in contrasto con esso.

Inoltre si è optato per un layout molto standard con bottoni ed informazioni ben visibili in primo piano per permettere un veloce accesso alle funzionalità di ogni pagina, e che possa essere utilizzato al meglio da ogni dispositivo. Queste sono le pagine principali:

Schermata di Inizio e Accesso

Sono le prime schermate che l'utente vede appena apre l'applicativo. L'utente inizialmente si trova davanti al pulsante con scritto "Start" ed appena premuto compare la seconda schermata.

Qui si ha la possibilità di effettuare la registrazione o l'accesso se si è già in possesso dei propri dati.



Figura 2.1: Schermata/Mockup di inizio e accesso

Durante la registrazione verranno chiesti dati come il nome personale, un username e la password con la quale si vuole accedere.

Dopo aver effettuato l'accesso queste schermate non verranno più visualizzate anche se si chiude e/o riapre l'applicativo, così da permettere di semplificare l'uso discontinuo e far risparmiare tempo all'utente.

Homepage

Questa è la pagina principale e viene mostrata per prima quando l'utente ha appena eseguito l'accesso o se non era uscito dall'account nella sessione precedente. Nella parte alta sono presenti la scritta di benvenuto contenente il proprio username ed il bottone con cui si esegue l'azione di disconnessione dall'account che riporta alla schermata di inizio (Figura 2.2).

Di seguito proseguendo verso il basso si trovano due bottoni, il primo porta ad una pagina personale in cui si vengono riassunti i dati delle proprie segnalazioni ed il secondo permette di visualizzare la pagina in cui aggiornare la propria rilevazione.

Al centro vediamo gli elementi di gamification.

Il primo è un elenco di badge collezionabili tutti diversi. Ognuno di essi è caratterizzato da un logo, un nome ed un diverso modo per ottenerlo. Con



Figura 2.2: Schermata/Mockup di homepage

l'aumentare delle rilevazioni effettuate aumentaranno anche i badge ottenuti. Il secondo è la classifica in cui vengono mostrati gli username di chi ha totalizzato il maggior numero di rilevazioni affianco dalla relativa medaglia in base alla posizione con l'obiettivo di spronare ogni utente ad ambire a queste medaglie e mantenerle con il tempo.

Le Rilevazioni

Tramite il bottone nella homepage si arriva a queste pagine in cui sono presenti i dati dei fiori e degli impollinatori. La prima, in alto, mostra i vari tipi di fiori e va selezionato quello che stiamo osservando (Figura 2.3).

Dopodiché ci si trova nella seconda, in basso, in cui si può aumentare o eventualmente diminuire il contatore degli impollinatori rilevati. In questo modo avremo completato la nostra rilevazione e tutti i dati verranno salvati senza necessità di altre azioni.

Layout Mobile

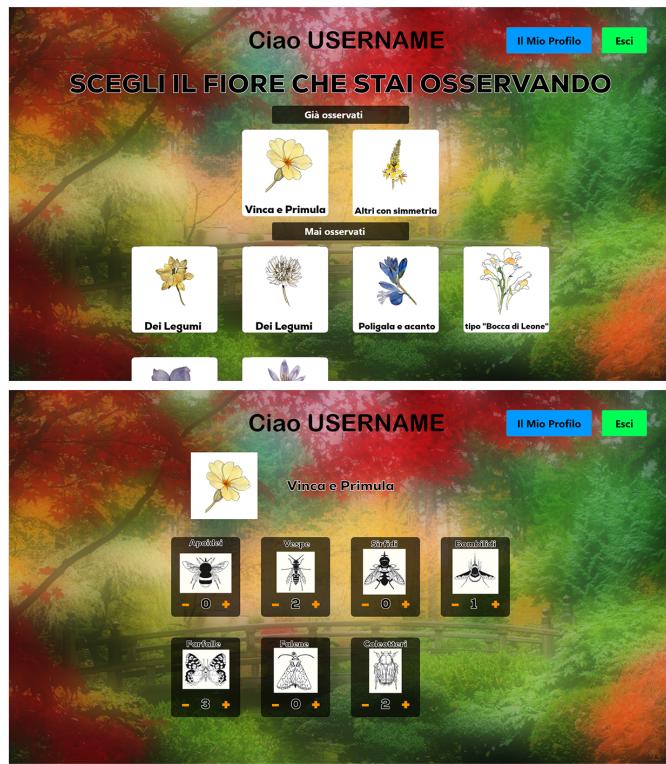


Figura 2.3: Schermata/Mockup di rilevazione

Il layout del progetto è responsive ed è pensato per essere accessibile da tutti i tipi di dispositivi. Come secondo esempio è stato usata una risoluzione media di uno smartphone mantenendo le funzionalità descritte sopra di ciascuna pagina.

2.2 Tecnologie Utilizzate

2.2.1 React Native

React è una libreria JavaScript open-source utilizzata per la creazione di interfacce utente (UI) per le applicazioni web. È stata sviluppata da Facebook e rilasciata per la prima volta nel 2013. Una delle caratteristiche principali di React è la sua capacità di creare interfacce utente reattive e scalabili utilizzando un approccio basato sui componenti.

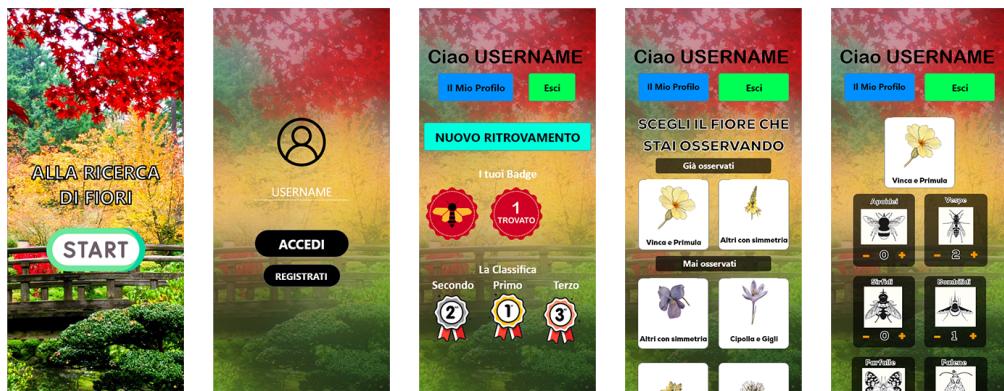


Figura 2.4: Schermata/Mockup versione mobile

Invece di creare l'intera interfaccia utente come un unico blocco di codice, React consente di suddividere l'interfaccia in componenti più piccoli e riutilizzabili. Ciò significa che è possibile creare applicazioni web complesse con facilità e rapidità, in quanto i componenti possono essere creati una sola volta e poi utilizzati in più parti dell'applicazione [29].

React è stato ampiamente adottato dalla comunità degli sviluppatori web e utilizzato in molti settori, inclusi i social network, i siti di e-commerce e le applicazioni web basate su dati.

Inoltre, React è altamente personalizzabile e può essere facilmente integrato con altre librerie e framework [30].

Ecco un esempio di una applicazione base in React Native (Listing 2.1):

```

1 import React from 'react';
2
3 function HelloWorld() {
4   return <h1>Hello, World!</h1>;
5 }
6
7 export default HelloWorld;

```

Listing 2.1: Esempio di file in React

2.2.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code (abbreviato VS Code) è un editor di codice gratuito e open-source sviluppato da Microsoft. Viene utilizzato per sviluppare software, siti web e molte altre applicazioni. È molto versatile e completo grazie alle sue caratteristiche principali, tra cui:

- Supporto per molti linguaggi di programmazione: supporta una vasta gamma di linguaggi di programmazione, tra cui i più diffusi JavaScript, Python, C++ e molti altri.
- Fase di debug: offre funzionalità di debugging integrate, che aiutano gli sviluppatori a identificare e risolvere i problemi del codice.
- IntelliSense: utilizza la tecnologia IntelliSense per offrire suggerimenti e completamenti automatici del codice, aumentando la produttività degli sviluppatori.
- Estensioni/Plugin: presenta una forte personalizzazione tramite una vasta gamma di estensioni disponibili, che possono essere utilizzate per aggiungere funzionalità come il supporto per nuovi linguaggi, strumenti di debugging e molto altro.
- Git integrato: offre integrazione nativa con Git, il sistema di controllo versione più diffuso, per gestire le modifiche al codice.
- Interfaccia utente intuitiva: presenta un'interfaccia utente semplice ed intuitiva, che rende facile l'accesso alle funzionalità e ai comandi più importanti.
- Disponibile su molte piattaforme: è disponibile per Windows, macOS e Linux, rendendolo accessibile a una vasta gamma di sviluppatori.

In sintesi, VS Code è un editor di codice potente e flessibile, che offre una vasta gamma di funzionalità per aiutare gli sviluppatori a scrivere, testare e debugare il loro codice in modo più efficiente.

2.3 Tecnologie Back-end

2.3.1 NodeJS

Node.js è un runtime JavaScript open-source che utilizza un modello di event-driven, non-blocking I/O per la creazione di applicazioni server-side. È stato creato da Ryan Dahl e rilasciato per la prima volta nel 2009. Node.js consente agli sviluppatori di scrivere codice JavaScript sia lato server che lato client, il che semplifica lo sviluppo e la manutenzione di applicazioni web [31]. Node.js utilizza il motore JavaScript V8 di Google per eseguire il codice JavaScript sul server. Inoltre, Node.js fornisce un'ampia gamma di moduli e librerie utili per la gestione di funzionalità comuni come l'accesso al file system, la gestione degli eventi e la comunicazione di rete. Node.js è anche noto per le sue eccezionali prestazioni in termini di velocità ed efficienza nella gestione delle richieste client.

Con il tempo è stato adottato da una vasta comunità di sviluppatori web e utilizzato in molti settori, inclusi i social network, i servizi di streaming di contenuti multimediali e le applicazioni web in tempo reale. Inoltre, Node.js è altamente personalizzabile e può essere facilmente integrato con altri framework e tecnologie come Express, Socket.io e MongoDB. [32].

In particolare è stato usato il framework Express per Node.js perchè fornisce una serie di funzionalità per creare server web, gestire le richieste dei client, elaborare i dati inviati dal client e fornire risposte ai client.

```
1 const express = require('express');
2 const app = express();
3
4 app.listen(3000, () => {
5   console.log('Server started on port 3000');
6});
```

Listing 2.2: Implementazione di Express per Node.js

2.3.2 MongoDB

MongoDB è un database open-source che viene utilizzato per archiviare e gestire grandi quantità di dati in modo efficiente coordinando le richieste delle moderne applicazioni software. Esso utilizza JavaScript come linguaggio di query e rappresenta i dati come documenti JSON. Può essere utilizzato anche dalla sua piattaforma online senza necessità di installarlo sul proprio sistema e fornisce un modo semplice ed affidabile per archiviare e gestire i dati in modo accessibile da qualsiasi parte del mondo.

In questo progetto si è fatto uso di Mongoose, un framework di Node.js per MongoDB, che fornisce una soluzione potente e facile da usare per l'utilizzo di MongoDB.

In sintesi, MongoDB e Mongoose sono una soluzione potente e flessibile per la gestione e l'utilizzo dei dati nel mondo dello sviluppo web. Con la loro architettura basata su documenti, supporto per molte piattaforme, validazione dei dati e una comunità attiva, MongoDB e Mongoose sono una soluzione popolare per molti sviluppatori.

```
1 const mongoose = require('mongoose');
2 const Schema = mongoose.Schema;
3
4 const userSchema = new Schema({
5   name: String,
6   age: Number
7 });
8
9 const User = mongoose.model('User', userSchema);
```

Listing 2.3: Esempio di modello di dati di Mongoose

In questo esempio, viene definito un modello di dati per rappresentare un utente con un nome e un'età così da poter in seguito utilizzare il modello per creare, leggere, aggiornare e cancellare gli utenti nel database MongoDB.

Capitolo 3

Sviluppo

3.1 Implementazione

In questa sezione vengono mostrati gli elementi individuati ed implementati durante lo sviluppo con esempi di codice ed estratti del progetto. Durante questa fase di sviluppo è stato utilizzato unicamente Visual Studio Code per la programmazione ed un semplice browser per visualizzare la sera finale, sia per la sezione di Node.js che per quella di React.

3.1.1 La Comunicazione

Il lato server di una web app è responsabile della gestione delle richieste HTTP inviate dai diversi client che si connettono ad esso. Il server processa queste richieste e genera una risposta corrispondente, che viene inviata al client. Le chiamate più comuni utilizzate in Node.js sono di due tipi:

- **GET**: è una richiesta HTTP utilizzata per recuperare informazioni dal server. Quando viene inviata una richiesta GET, il client richiede al server di fornire una risorsa specifica, come ad esempio una immagine o un documento di testo. Sono limitate in termini di quantità di dati che possono essere inviati, e non sono adatte per inviare informazioni riservate.

- **POST:** è una richiesta HTTP utilizzata per inviare informazioni al server, per elaborarle o memorizzarle. Quando viene inviata una richiesta POST, il client invia un insieme di dati al server, che possono essere utilizzati per elaborare ad esempio una richiesta di registrazione o effettuare un aggiornamento del profilo utente. A differenza delle richieste GET, le richieste POST non sono limitate in termini di quantità di dati che possono essere inviati e sono adatte per inviare informazioni sensibili.

```

1 const names = ['Alice', 'Bob', 'Charlie'];
2 app.get('/users', (req, res) => {
3   res.send(names);
4 });

```

Listing 3.1: Esempio di chiamata GET su Node.js

In questo esempio (Listing 3.1) quando una richiesta GET viene effettuata all’indirizzo URL “/users”, viene eseguita una funzione che genera un array esistente e li invia come risposta alla richiesta con il metodo di Express.js chiamato “res.send()”.

```

1 app.post('/newUser', (req, res) => {
2   const name = req.body.name;
3   const email = req.body.email;
4   // Qui vengono sfruttati i dati ricevuti, ed eventualmente
5   // salvati nel database,
6   res.send('Utente creato con successo');
7 });

```

Listing 3.2: Esempio di chiamata POST su Node.js

In questo secondo esempio (Listing 3.2) quando una richiesta POST viene effettuata all’URL “/newUser”, viene eseguita una funzione che legge i dati inviati nel corpo della richiesta, ossia il “req.body”, e possono poi essere utilizzati ad esempio per creare un nuovo utente con i dati ricevuti.

Infine, viene inviata una risposta di conferma al client con il medesimo metodo “res.send()”.

L’importanza di Node.js per la comunicazione sta nella sua capacità di creare server web altamente personalizzabili e reattivi, che possono gestire grandi volumi di traffico. Il lato server è quindi responsabile di gestire la logica dell’applicazione e di fornire una risposta adeguata alle richieste dei client. La generazione di queste risposte può coinvolgere diversi elementi, come ad esempio la connessione a un database.

3.1.2 Database Remoto

Un database in una web app è utile a conserva tutte le informazioni necessarie per far funzionare l’applicazione. Il server si interfaccia con il database tramite chiamate per recuperare, aggiungere o modificare i dati necessari. In questo progetto si è scelto di usare MongoDB in remoto, questo significa che tutte le richieste fatte dal server alla base di dati devono essere trasmesse attraverso internet, il che comporta alcuni vantaggi e svantaggi.

MongoDB è un ottimo database per le web app perché permette di gestire facilmente grandi quantità di dati non strutturati, offrendo flessibilità e scalabilità alle applicazioni. L’interazione di quest’ultimo con Node.js avviene tramite la libreria Mongoose perché semplifica la definizione dei modelli dei dati, che rappresentano gli oggetti che saranno salvati e letti dal database.

```
1 const mongoose = require('mongoose')
2
3 const User = new mongoose.Schema(
4   {
5     name: { type: String, required: true },
6     username: { type: String, required: true, unique:
7       true },
8     password: { type: String, required: true },
9     discover_count: { type: Number, required: true }
```

```

9     },
10    { collection: 'user-data' }
11 )
12
13 module.exports = mongoose.model('UserData', User)

```

Listing 3.3: Modello di dati degli utenti in Mongoose

In questo modello di dati (Listing 3.3) è stato definito per rappresentare un utente così da poter in seguito utilizzare il modello per creare, leggere, aggiornare e cancellare gli utenti nel database MongoDB. Ogni utente sarà composto da un nome, un username, una password ed un campo chiamato “discover_count” che rappresenta il numero di rilevazioni effettuate. Tutti i campi hanno l’attributo “required” per indicare che sono obbligatori ed il campo “username” ha l’attributo “unique” per far sì che non possano essere creati due utenti con il medesimo username.

Alla riga 10 (Listing 3.3) viene inoltre specificato il nome della collezione all’interno del database MongoDB in cui verranno memorizzati questi dati.

In questo progetto sono definiti vari modelli di dati, i più importanti dopo gli utenti sono “flower” e “bug” rispettivamente per rappresentare i fiori e gli impollinatori.

```

1 //Modello di dati dei Fiori
2 const mongoose = require('mongoose')
3
4 const Flower = new mongoose.Schema(
5   {
6     id: { type: Number, required: true, unique: true },
7     name: { type: String, required: true },
8     description: { type: String }
9   },
10  { collection: 'flower-data' }
11 )
12 module.exports = mongoose.model('FlowerData', Flower)

```

```
13
14 //Modello di dati degli Impollinatori
15 const mongoose = require('mongoose')
16
17 const Bugs = new mongoose.Schema(
18   {
19     id: { type: Number, required: true, unique: true },
20     name: { type: String, required: true }
21   },
22   { collection: 'bugs-data' }
23 )
24
25 module.exports = mongoose.model('BugsData', Bugs)
```

Listing 3.4: Modello di dati di fiori e impollinatori in Mongoose

3.1.3 Le funzioni di React

Uno dei maggiori vantaggi dell’uso di React è di avere a disposizione delle funzioni speciali, queste prendono il nome di “*Hook*” e semplificano la logica dei singoli componenti permettendo di renderli più dinamici e interattivi.

In questo progetto sono usati alcuni degli *hook* più comuni, tra cui:

- `useState`: permette di dichiarare una variabile di stato all’interno del componente e di modificarla in modo asincrono durante il ciclo di vita del componente;
- `useEffect`: permette di eseguire del codice al di fuori del normale flusso di rendering del componente, come ad esempio effettuare chiamate ad API esterne e dopodiché rieseguire il rendering;
- `useNavigate`: consente di navigare tra diverse pagine all’interno della tua applicazione web, senza dover ricaricare l’intera pagina.

Di seguito è rappresentata l’implementazione di questi 3 diversi hook (Listing 3.5):

```
1 import React, { useEffect, useState } from 'react'
2 import { useNavigate } from 'react-router-dom'
3
4 function MyComponent() {
5     const [name, setName] = useState('');
6     const [data, setData] = useState([]);
7     const navigate = useNavigate();
8
9     function handleClick() {
10         navigate('/about');
11     }
12
13     useEffect(() => {
14         async function fetchData() {
15             const response = await fetch('https://api.example.
16             com/data');
17             const data = await response.json();
18             setData(data);
19         }
20
21         fetchData();
22     }, []);
23
24     return (
25         <div>
26             <h1>Ciao {name}</h1>
27             <button onClick={handleClick}>Vai alla pagina about</
28             button>
29     );
}
```

Listing 3.5: Implementazione React hook

In questo caso l'uso di useState avviene a riga 5 per applicare lo stato iniziale alle costanti, nel primo caso sono usate le virgolette per indicare il tipo stringa e nel secondo le parentesi quadre per il tipo vettore.

Successivamente richiamato durante il rendering del componente, ossia il metodo return, per essere poi visualizzato. A circa metà, riga 12, useEffect richiama una API esterna in modo asincrono, mentre useNavigate viene richiamato tramite una funzione applicata al click di un bottone che in questo caso restituisce l'indirizzo “/about”. Questo indirizzo per restituire un componente React da poter visualizzare deve essere definito all'interno di una route.

3.1.4 Le route di React

Le route sono un'importante funzionalità di React perché consentono di gestire la navigazione all'interno dell'applicazione web. Queste vengono utilizzate per definire come devono essere gestite le richieste effettuate dagli utenti per la ricezione di diverse pagine o sezioni dell'applicazione e quindi creare un'esperienza più fluida, poiché l'applicazione può rispondere rapidamente a tali richieste senza dover ricaricare l'intera pagina. In pratica, quando un utente naviga all'interno dell'applicazione viene verificato se l'indirizzo della pagina richiesta dall'utente è associato ad un componente React ed in caso positivo lo visualizza.

Le route possono anche consentire di definire parametri dinamici nella URL, ad esempio per passare un ID specifico utile a variazioni nella pagina visualizzata.

```
1 import { Route } from 'react-router-dom';
2 import Home from './components/Home';
3 import About from './components/About';
4
5 function App() {
6   return (
7     <div className="App">
8       <Route exact path="/" component={Home} />
9       <Route path="/about" component={About} />
10    </div>
```

```

11    );
12 }

```

Listing 3.6: Esempio di Route in React

In questo esempio sono importati due componenti React chiamati "Home" e "About" che successivamente vengono associati specificando l'indirizzo scelto e il componente da visualizzare. Nella prima route viene utilizzando l'attributo "exact", significa che questa route viene visualizzata solo quando l'URL richiesto corrisponde esattamente a quello inserito, evitando così il rischio di conflitti con altre possibili route definite.

3.1.5 Login/Register

Le prime route a cui un utente viene reindirizzato quando inizia ad utilizzare per la prima volta l'applicazione sono quelle di login e di registrazione. Questi due componenti renderizzano dei form in cui inserire i propri dati e tramite il bottone di submit vengono inviati al server per la verifica.

```

1 ...
2 function App() {
3     // creazione delle costanti per salvare i dati inseriti
4     const [username, setUsername] = useState('')
5     const [password, setPassword] = useState('')
6
7     // funzione richiamata tramite il bottone submit del form
8     async function loginUser(event) {
9         event.preventDefault()
10         const response = await fetch('http://localhost:5000/
11         login', {
12             method: 'POST',
13             headers: { 'Content-Type': 'application/json' },
14             body: JSON.stringify({ username, password })
15         })

```

```
16     const data = await response.json()
17
18     if (data.user) {
19         localStorage.setItem('token', data.user)
20         alert('Login successful')
21         navigate('/dashboard', { replace: true })
22     } else {
23         alert('Please check your username and password')
24     }
25
26     console.log(data)
27 }
28
29 ...
30 //form renderizzato in questo componente react
31 <form onSubmit={loginUser}>
32     <div class="form-group m-1">
33         <input type="text" class="form-control"
34         placeholder='Username' value={username} onChange={(e) =>
35             setUserName(e.target.value)} />
36         </div>
37         <div class="form-group m-1">
38             <input type="text" class="form-control"
39             placeholder='Password' value={password} onChange={(e) =>
40                 setPassword(e.target.value)} />
41         </div>
42         <button type="submit" class="btn btn-primary" >Accedi
43     </button>
44 </form>
45 ...
46 }
47
48 export default App;
```

Listing 3.7: Form di Login

La funzione asincrona si occupa di eseguire una chiamata POST al server,

in caso di risposta negativa mostra un alert di errore mentre in caso positivo reindirizza alla route di homepage. Graficamente ecco come appare:

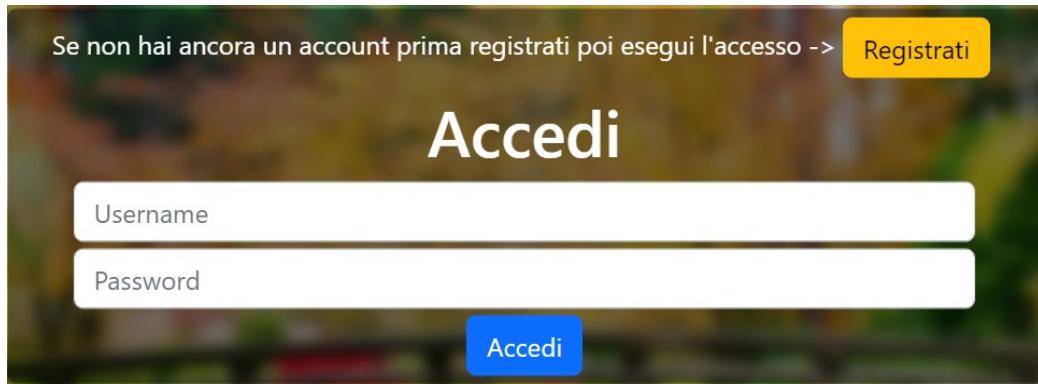


Figura 3.1: Componente di Login

3.1.6 La Homepage

La principale route, dopo la schermata di login, è sicuramente l'homepage. Una homepage ben progettata può attirare l'attenzione degli utenti e convincerli a rimanere sul sito per esplorare ulteriormente le funzionalità dell'applicazione. Inoltre, una homepage chiara e ben organizzata può aiutare gli utenti a orientarsi all'interno della web app e a trovare facilmente le varie informazioni.

In particolare gli elementi nella homepage di questo progetto si possono dividere in sezioni.

La prima sezione è il componente React chiamato “Banner” che si occupa di visualizzare sulla sinistra il logo di Life 4 Pollinators, al centro il nome dell'utente che ha effettuato il login e sulla destra i bottoni di “Il Mio Profilo” ed “Esci” che rispettivamente portano alla propria pagina personale e di uscire dall'account.

Nell'immagine seguente in alto è mostrata la versione desktop ed in basso la versione mobile.



Figura 3.2: Componente “Banner” in Homepage

In React è possibile assegnare dei dati da un componente a un altro attraverso le “props”, abbreviazione della parola “properties”. Il componente detto genitore può definire una “prop”, che rappresenta un valore o un oggetto, e trasferirlo al componente figlio come attributo. Il componente figlio può accedere a questo valore o oggetto e utilizzarlo.

```
1 import React from 'react'
2 import { useNavigate } from 'react-router-dom'
3 import logo from '../logo.png';
4
5 const Banner = (props) => {
6   const history = useNavigate()
7
8   const exitButtonHandler = () => {
9     localStorage.removeItem('token')
10    history('/', { replace: true })
11  }
12  const profileButtonHandler = () => {
13    history('/myprofile')
14  }
15  const goHome = () => {
16    history('/dashboard')
17  }
18
19  return (
20    <div className='container-fluid'>
21      <header className='banner-dashboard d-flex flex-wrap align-items-center justify-content-center justify-content-
```

```

        md-between'>
    <a href='https://www.life4pollinators.eu/' className=
'd-flex align-items-center col-md-3 col-5 h-50'>
    <img className="img-fluid rounded" src={logo} alt=
"logo" />
</a>

25
26     <h1 className='text-white display-3 col-12 col-md-
auto text-center mt-2'>Ciao {props.name || 'No name found'
}</h1>

27
28     <div className='col-md-3 text-end m-1'>
29         {window.location.pathname === '/dashboard' ? ' ' :
30             <button onClick={goHome} type="button" className=
"btn btn-info m-1">
31                 Home
32             </button>
33         }
34         {window.location.pathname === '/myprofile' ? ' ' :
35             <button onClick={profileButtonHandler} type="button"
className="btn btn-info m-1">
36                 Il Mio Profilo
37             </button>
38         }
39         <button onClick={exitButtonHandler} type="button"
className="btn btn-warning m-1">
40             Esci
41             </button>
42         </div>
43     </header>
44 </div>
45 )
46 }
47
48 export default Banner

```

Listing 3.8: Componente React Banner

In questo componente chiamato Banner, alla riga 26, viene richiamato "props.name" che è il valore contenente il nome dell'utente attuale ricevuto dal componente genitore.

Graficamente è stato creato anche un file CSS per definire lo stile degli elementi.

3.1.7 Le Rilevazioni

Ogni utente può accedere a questa funzione dalla homepage, in figura si vedono due buttoni che riportano rispettivamente alla pagina del proprio profilo ed alla pagina delle rilevazioni:



Figura 3.3: Bottone di inizio rilevazione

Il processo di una rilevazione consiste di due fasi:

Riconoscere il fiore

In questa prima fase la pagina ci offre i diversi tipi di fiori e tramite le foto di esempio possiamo riconoscere il fiore che stiamo osservando e cliccare su di esso. Inizialmente viene eseguita una richiesta al server che tramire il database fornisce i dati aggiornati di tutti i fiori presenti e degli impollinatori.

```
1 ...
2     async function getFlower() {
3         const req = await fetch('http://localhost:5000/api/
4             getFlower')
5
6         const data = await req.json()
7         if (data.status === 'ok') {
8             setFlowers(data.flowers)
```

```

8      } else {
9          alert(data.error)
10     }
11 }
12 ...

```

Listing 3.9: Richiesta al server dei dati di fiori ed impollinatori

Una volta che il componente React avrà ricevuto tutti i dati necessari esegue il rendering della pagina (Figura 3.4).

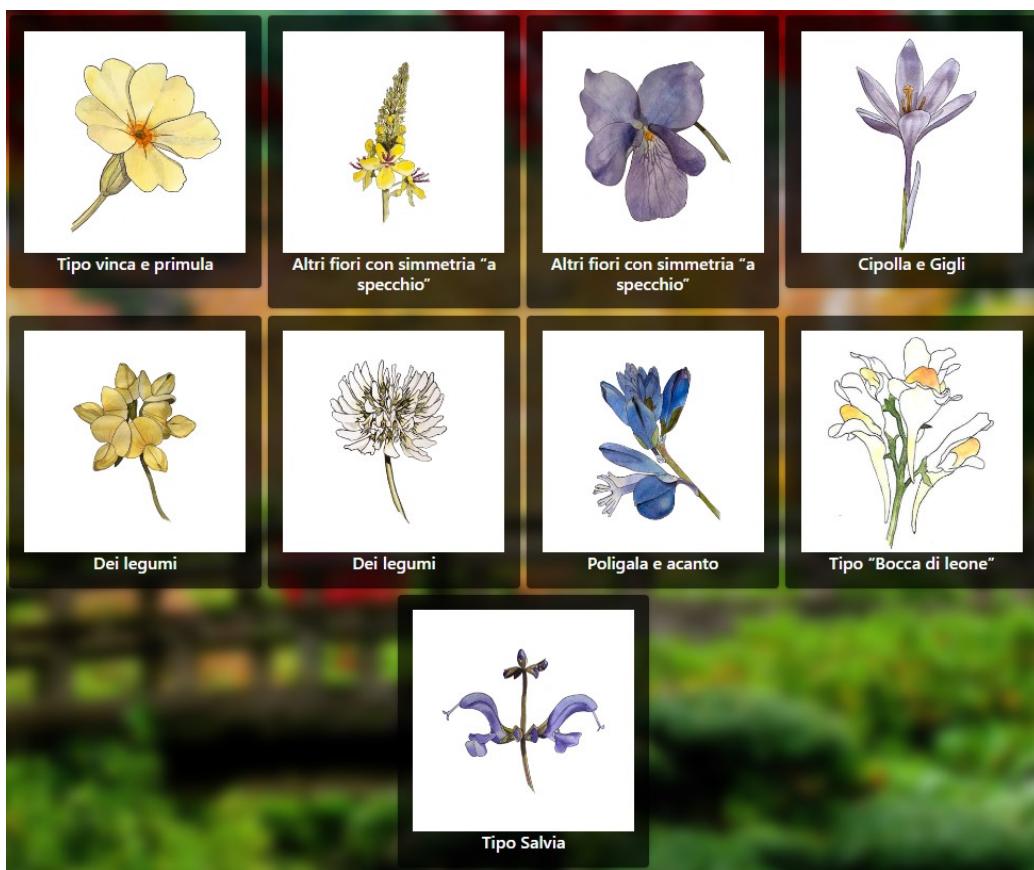


Figura 3.4: Visualizzazione dei diversi fiori

Riconoscere l'impollinatore

Quando il fiore è stato scelto vengono nascosti tutti gli altri fiori, viene ricor-

dato in alto il fiore scelto e compaiono gli impollinatori, anch'essi provvisti di foto per il riconoscimento ed con il contatore aggiornato sotto ciascuno.

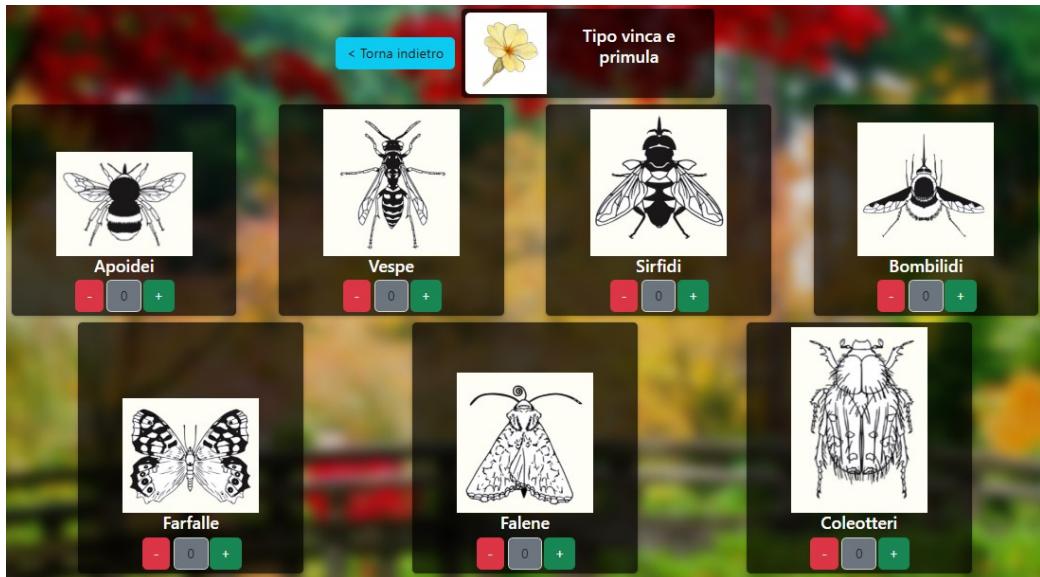


Figura 3.5: Visualizzazione dei diversi impollinatori

Quando l'utente modifica il contatore di ogni impollinatore questa azione viene inviata al server che si occupa di salvarla nel database.

```

1 app.post('/new', async (request, response) => {
2   try {
3     const type_request = request.headers['type']
4     if (type_request == 'update-mosquito') {
5
6       const token = request.headers['x-access-token']
7       const decoded = jwt.verify(token, 'secret123')
8       const username = decoded.username
9
10      await Green.findOneAndUpdate(
11        { username: username, idFlower: request.body.idFlower, idBugs: request.body.idBug },
12        { $set: { 'count': request.body.count_bug } }
13      ),
14        { upsert: true }

```

```

14
15
16     response.json({ status: 'ok' })
17
18     await User.findOneAndUpdate(
19         { $username: username },
20         { $inc: { discover_count: 1 } }
21     )
22
23 }
24 } catch (err) {
25     response.json({ status: 'error', error: 'duplicate' })
26 }
27

```

Listing 3.10: Aggiornamento dei dati della rilevazione

Ogni oggetto nel database è rappresentato da un documento, gli utenti sono riconoscibili attraverso lo username. Per aggiornare un valore viene usata la funzione di mongoose chiamata “findOneAndUpdate” (Listing 3.10 riga 18) che si occupa di trovare l’utente in base al valore fornito e successivamente con l’operatore “\$inc” si va ad incrementare il valore selezionato.

3.1.8 La Classifica

L’ammontare delle rilevazioni effettuate lo posiziona all’interno della classifica, strumento di gamification implementato con lo scopo di stimolare l’utilizzo e la partecipazione attiva nell’applicazione da parte dell’utente. Ad ogni rilevazione effettuata il server si occupa di aggiornare i dati e fornire sempre una classifica in tempo reale.

Tramite il componente React di homepage viene eseguita una richiesta get al server, che interpellando il database elabora le prime tre posizioni (Listing 3.11):

```
1 app.get("/api/getScoreBoard", async (request, response) => {
2     try {
3         let array = []
4
5         Green.aggregate([
6             { $group: { _id: "$username", mergedBugs: { $sum:
7                 "$count" } } },
8             { $sort: { mergedBugs: -1 } },
9             { $limit: 3 }
10        ]).exec(
11            function (err, users) {
12                users.forEach(function (el) {
13                    console.log(el._id + ' have -> ' + el.
14                    mergedBugs)
15                    array.push({ name: el._id, count: el.
16                    mergedBugs })
17                })
18
19            } catch (error) {
20                return response.json({ status: 'error' })
21            }
22        }
23    )
24}
```

Listing 3.11: Richiesta GET della classifica

Ricevuti i valori del podio della classifica vengono mostrati i nomi ed il totale delle rispettive rilevazioni.



Figura 3.6: Visualizzazione della classifica

3.1.9 I Badge

Come secondo strumento di gamification implementato sono stati aggiunti vari tipi di badge, una forma di ricompensa virtuale assegnata al raggiungimento di diversi traguardi. Le informazioni di ciascun badge sono contenuti nel database, tramite una chiamata al server il component React designato riceve i dati necessari alla sua visualizzazione:

```

1 app.get("/api/getBadgeData", async (request, response) => {
2
3   try {
4     const type = request.headers['badge-number']
5
6     if (type && type > 0) {
7       return response.json({
8         status: 'ok',
9         nameBadge: badges[type]
10      })
11    } else {
12      return response.json({ status: 'ok', list: badges })
13    }
14    //return response.json({ status: 'not complete' })
15  } catch (error) {

```

```
16     return response.json({ status: 'error' })
17 }
18
19 })
```

Listing 3.12: Richiesta GET dei dati dei badge

Ad ogni rilevazione effettuata il server si occupa di elaborare gli eventuali nuovi badge guadagnati dall’utente. Ad esempio la prima rilevazione fa conquistare il primo badge, in seguito è possibile visualizzare tutti quelli ottenuti tramite l’homepage.



Figura 3.7: I Badge collezionabili

Conclusioni

Il tema principale di questo elaborato riguarda l'unione di tre fattori come la biodiversità, la gamification e la tecnologia in contesto educativo. Tuttavia questi ultimi due fattori ancora oggi vengono sottostimati per l'educazione ambientale.

La gamification rappresenta senza dubbio uno strumento di grande utilità per incentivare la curiosità e l'interesse delle persone verso temi o attività che altrimenti potrebbero risultare noiosi.

L'abbinamento di gioco e didattica risulta particolarmente efficace nel coinvolgimento delle fasce d'età più giovani. La gamification, con l'offerta di ricompense ai bambini e ai ragazzi per le azioni o nozioni imparate, unita alla possibilità di confrontarsi con i propri coetanei, può essere un incentivo efficace per migliorare l'apprendimento e la performance.

Supportare queste attività attraverso l'introduzione dalle tecnologie digitali può offrire un'esperienza nuova di apprendimento coinvolgente e interattivo, che permette agli studenti di apprendere in modo più divertente.

Grazie alla possibilità di utilizzare dispositivi mobili, piattaforme online e applicazioni specifiche, la gamification e la tecnologia possono offrire ai docenti e agli studenti un vasto set di strumenti per creare attività e giochi didattici, personalizzare l'esperienza di apprendimento e monitorarlo e incentivare il coinvolgimento attivo degli studenti.

La web app sviluppata inserisce alcuni elementi di gamification in una attività di educazione ambientale così da soddisfare i requisiti definiti nel secondo capitolo insieme ad una corretta gestione degli utenti e delle rilevazioni. Sono stati rispettati sia i requisiti funzionali che quelli non funzionali. Grazie all'inserimento di alcune librerie come Mongoose, si è realizzato un'applicativo reattivo, responsive e di facile utilizzo. La descrizione delle tecnologie insieme a vari esempi di codice sono stati fondamentali per descrivere la progettazione logica applicata.

L'applicazione realizzata rappresenta un valido strumento educativo per la valorizzazione di fiori e impollinatori, ma esistono numerose opportunità di sviluppo per ampliare l'elaborato.

Inizialmente si potrebbe far espandere il numero di utenti tramite:

- Una maggiore accessibilità: creando una versione dell'applicazione in diverse lingue;
- Inserendo interazioni tra gli utenti: creando una chat che permetta la comunicazione e lo scambio di idee;
- Aumentare la gamification: creando dei quiz straordinari, aggiungendo ulteriori badge di ricompensa, creando delle sfide tra gli utenti o eventi straordinari a premi.

Il processo di rilevazione potrebbe espandersi con:

- Quiz preimpostati: fornendo delle domande preimpostate e precise così da aiutare l'utente a notare diversi dettagli e scegliere il fiore o l'impollinatore più corretto;
- Utilizzo della geolocalizzazione: utile ad aumentare le informazioni raccolte da ogni rilevazione;
- Riconoscimento di immagini: sviluppando una tecnologia di intelligenza artificiale che tramite una foto aiuti durante la fase di scelta del fiore e riduca il rischio di errore.

L'aspetto didattico potrebbe essere integrato attraverso una sezione dedicata con articoli e novità sull'argomento della biodiversità e la creazione di una bacheca di discussione con esperti del settore che possono arricchire l'applicazione stessa.

In conclusione, l'applicazione sviluppata potrebbe contribuire a promuovere una maggiore consapevolezza riguardo l'importanza delle piante entomofile e degli insetti impollinatori ossia due fondamenta della biodiversità, che al giorno d'oggi sempre più spesso passano in secondo piano e nel frattempo molte attività dell'uomo impattano negativamente sugli ecosistemi della terra.

Bibliografia

- [1] NAAEE. About ee and why it matters. URL <https://naaee.org/about-us/about-ee-and-why-it-matters>.
- [2] UFAM. L'educazione ambientale. URL <https://www.education21.ch/it/educazione-ambientale>.
- [3] EPA. What is environmental education? URL <https://www.epa.gov/education/what-environmental-education>.
- [4] Miur. Educazione ambientale e alla sostenibilità. URL <https://www.miur.gov.it/educazione-ambientale-e-all-a-sostenibilit%C3%A0>.
- [5] Roy Ballantyne, John Fien, and Jan Packer. School environmental education programme impacts upon student and family learning: A case study analysis. URL <https://doi.org/10.1080/13504620124123>.
- [6] National Geographic Society. Biodiversity. URL <https://education.nationalgeographic.org/resource/biodiversity>.
- [7] AMNH. What is biodiversity? URL <https://www.amnh.org/research/center-for-biodiversity-conservation/what-is-biodiversity>.
- [8] Julie Shaw. Why is biodiversity important? URL <https://www.conservation.org/blog/why-is-biodiversity-important>.

- [9] Aries S. Perez. Environmental education among high school students in bicol university. URL <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.15103.43685>.
- [10] Aza Ayu Din Illahaqi, Heru Nurcahyo, and Muchtar Haryanto Panjaitan. Advancing students' environmental sustainability awareness through science mobile learning: A literature review. URL <https://dx.doi.org/10.2991/assehr.k.210326.114>.
- [11] Geri Gay, Michael Stefanone, Michael Grace-Martin, and Helene Hembrooke. The effects of wireless computing in collaborative learning environments. URL https://doi.org/10.1207/S15327590IJHC1302_10.
- [12] NAGB. Nature of technology. URL https://www.nagb.gov/naep-subject-areas/technology-and-engineering-literacy/framework-archive/2014-technology-framework/toc/ch_2/design/design1.html.
- [13] Ian Glover. Play as you learn: Gamification as a technique for motivating learners. URL https://www.researchgate.net/publication/266853048_Play_As_You_Learn_Gamification_as_a_Technique_for_Motivating_Learners.
- [14] Callie Malvik. 4 types of learning styles: How to accommodate a diverse group of students. URL <https://www.rasmussen.edu/degrees/education/blog/types-of-learning-styles/>.
- [15] Marjan Laal. Benefits of collaborative learning. URL <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.091>.
- [16] Yu-Lan Huang, Dian-Fu Chang, and Berlin Wu. Mobile game-based learning with a mobile app: Motivational effects and learning performance. URL <https://doi.org/10.20965/jaciii.2017.p0963>.

- [17] Gamify. What is gamification? URL <https://www.gamify.com/what-is-gamification>.
- [18] Wikipedia. Gamification, . URL <https://en.wikipedia.org/wiki/Gamification>.
- [19] Richard N. Landers. Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning. URL <https://doi.org/10.1177%2F1046878114563660>.
- [20] Rigóczki Csaba, Andrei Damsa, and Györgyi-Ambró Kristóf. Gamification on the edge of educational sciences and pedagogical methodologies. URL <https://doi.org/10.24368/jates.v7i4.12>.
- [21] Csaba Rigóczki, Damsa Andrei, and Kristóf Györgyi-Ambró. Gamification on the edge of educational sciences and pedagogical methodologies. URL <https://jates.org/index.php/jatespath/article/view/12>.
- [22] Eser Çeker and Fezile Özdamli. What “gamification” is and what it’s not. URL <https://doi.org/10.13187/ejced.2017.2.221>.
- [23] Luis R. Murillo-Zamorano, José Angel López Sánchez, Ana Luisa Godoy-Caballero, and Carmen Bueno Muñoz. Gamification and active learning in higher education: is it possible to match digital society, academia and students’ interests? URL <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00249-y>.
- [24] Wikipedia. Citizen science, . URL https://it.wikipedia.org/wiki/Citizen_science.
- [25] R. Bonney, Caren B. Cooper, Janis Dickinson, Steve Kelling, Tina Phillips, Kenneth V. Rosenberg, and Jennifer Shirk. Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy, . URL <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>.

- [26] Lisa Jo Rudy. What is citizen science? history, practices, and impact. URL <https://www.treehugger.com/what-is-citizen-science-history-practices-and-impact-5189634>.
- [27] R. Bonney, J. L. Shirk, T. B. Phillips, A. Wiggins, H. L. Ballard, A. J. Miller-Rushing, and J. K. Parrish. Next steps for citizen science, . URL <http://dx.doi.org/10.1126/science.1251554>.
- [28] Life 4 pollinators, . URL <https://www.life4pollinators.eu/it?q=/>.
- [29] React, . URL <https://reactjs.org/>.
- [30] Wikipedia. React (javascript library), . URL [https://en.wikipedia.org/wiki/React_\(JavaScript_library\)](https://en.wikipedia.org/wiki/React_(JavaScript_library)).
- [31] Node.js, . URL <https://nodejs.org/en/about/>.
- [32] Wikipedia. Node.js, . URL <https://en.wikipedia.org/wiki/Node.js>.

Ringraziamenti

In primis ringrazio la Dottoressa Catia Prandi, che da relatrice mi ha guidato ed aiutato nella stesura dell'elaborato, sempre disponibile e pronta a chiarire i miei dubbi.

Ringrazio di cuore i miei genitori, mia sorella e la mia famiglia, sempre curiosi dopo ogni mio esame, che mi hanno sempre motivato a dare il meglio e supportato in ogni momento.

Ringrazio molto tutti i miei amici sempre pronti a divertirsi tra una perizia e l'altra. In particolare il TSM e compagnia, i compagni di corso e le mie care amiche Giada e Camilla. Grazie a tutti per rendere speciale questo momento.

Infine alla mia prima sostenitrice non che morosa Carlotta.