

## IMPLEMENTAZIONE DI GEMINI IN MOODLE AI SUBSYSTEM

**Andrea Bertelli<sup>1</sup>, Giulia Tampone<sup>1</sup>, Khadija Balhouh<sup>1</sup>, Beatrice Benvenuti<sup>1</sup>,  
Filippo Carnevali<sup>1</sup>, Davide Cavallari<sup>1</sup>, Noemi Cosentino<sup>1</sup>, Cristina Failla<sup>1</sup>, Elisa  
Simoncini<sup>1</sup>, Luca Tebaldi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Università degli Studi di Ferrara

{*andrea.bertelli*, *giulia.tampone*, *khadija.balhouh*, *beatrice.benvenuti*, *filippo.carnevali*, *davide.cavallari*,  
*noemi.cosentino*, *cristina.failla*, *elisa.simoncini*, *luca.tebaldi*}@unife.it

— COMUNICAZIONE —

**ARGOMENTO:** Sviluppo di plugin, temi e soluzioni tecniche

### Abstract

L'integrazione del provider Gemini API in Moodle nasce dall'esigenza di ampliare le opzioni disponibili per l'uso dell'intelligenza artificiale nella piattaforma, affiancando ai provider già supportati (Azure e OpenAI) anche il modello AI sviluppato da Google.

Questa estensione consente a sviluppatori e amministratori di disporre di una maggiore flessibilità nella scelta del provider, in base a esigenze tecniche, funzionali o economiche e contribuisce all'evoluzione dell'ecosistema Moodle, aprendolo a una più ampia varietà di soluzioni AI e favorendo una maggiore interoperabilità con strumenti di terze parti.

L'integrazione è stata sviluppata per Moodle versione 4.5, sfruttando come base il plugin già esistente per OpenAI incluso nella piattaforma. Il lavoro si è concentrato sull'adattamento di tale plugin al formato e alle specifiche delle API di Gemini, mantenendo la coerenza con l'architettura del core Moodle e assicurando un'integrazione fluida all'interno delle funzionalità già previste per i provider AI.

Gemini è il modello multimodale sviluppato da Google e può elaborare e generare testo, immagini, video e audio. L'integrazione con Moodle apre quindi la possibilità di sfruttare Gemini per attività come la generazione automatica di testi e immagini direttamente all'interno dell'editor di testo delle attività didattiche, oltre che per funzionalità come la sintesi automatica dei contenuti, in linea con le implementazioni già previste dalla piattaforma.

Il plugin è stato testato con successo sulla versione 4.5 ed è stato rilasciato come progetto open source il 29/08/2025 all'interno della repository ufficiale di Moodle.

**Keywords** – Innovazione, tecnologia, AI, Ai subsystem, Google, Gemini.

## 1 INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, l'intelligenza artificiale (IA) ha assunto un ruolo sempre più centrale nella trasformazione dei processi educativi e nella progettazione degli ambienti di apprendimento digitali. L'evoluzione dei modelli generativi e multimodali sta modificando profondamente il modo in cui docenti e studenti interagiscono con i contenuti, abilitando nuove forme di creazione, sintesi e personalizzazione dell'esperienza didattica. Diversi rapporti internazionali, tra cui l'*UNESCO Guidance for Generative AI in Education and Research (2023)* e l'*EDUCAUSE Horizon Report – Teaching and Learning Edition (2024)*, evidenziano come l'integrazione responsabile dell'IA possa favorire un apprendimento più accessibile, inclusivo e dinamico, a condizione che le istituzioni adottino soluzioni trasparenti e rispettose della privacy. All'interno di questo scenario, piattaforme open source come **Moodle** rappresentano un contesto privilegiato di sperimentazione, dove innovazione tecnologica, apertura del codice e controllo sui dati si combinano per promuovere un **uso etico e sostenibile dell'intelligenza artificiale**. La natura modulare di Moodle consente infatti di estendere in modo progressivo le sue

funzionalità attraverso plugin “**provider**” che collegano la piattaforma a servizi esterni di AI. Attualmente sono già disponibili integrazioni consolidate con **OpenAI**, **Azure AI** e, più recentemente, **Amazon Bedrock** (grazie al contributo dell’Università di Padova). Tuttavia, fino a oggi mancava un’integrazione specifica per **Google Gemini**, uno dei principali ecosistemi di modelli generativi multimodali.

Il presente lavoro nasce dall’esigenza di **diversificare le proposte dei modelli disponibili per Moodle** e propone lo sviluppo di un **nuovo AI Provider basato su Google Gemini**, progettato per garantire massima compatibilità con l’architettura del core e piena coerenza con il framework del *Moodle AI Subsystem*. L’obiettivo principale è ampliare la flessibilità e la libertà di scelta delle istituzioni universitarie nell’adozione di modelli di intelligenza artificiale, favorendo una più ampia interoperabilità tra diversi ecosistemi tecnologici.

Il provider Gemini introduce il supporto ai modelli più recenti dell’ecosistema Google — Gemini 2.5 per la generazione testuale e Imagen 4.0 per la generazione di immagini — offrendo la possibilità di riconfigurazione in base alle politiche dell’istituzione. Le funzionalità già implementate includono la **generazione di testo e immagini** direttamente dall’editor di Moodle, la **sintesi** automatica dei contenuti e, a partire da Moodle 5.0, la **spiegazione dei testi** a diversi livelli di complessità.

L’integrazione consente così di potenziare **attività didattiche ricorrenti**, riducendo la complessità d’uso per docenti e amministratori e garantendo al contempo un **controllo** puntuale su configurazione, privacy e prestazioni.

In sintesi, il progetto rappresenta un passo significativo verso un’adozione più matura e pluralista dell’intelligenza artificiale nella didattica universitaria, consolidando Moodle come piattaforma di riferimento per la sperimentazione e l’integrazione etica di modelli generativi avanzati.

## 2 ARCHITETTURA

Il plugin adotta un’**architettura modulare** e **centralizzata**, progettata per garantire facilità di configurazione e manutenzione.

L’architettura è organizzata per strati, separando in modo netto **presentazione**, **logica applicativa** e **integrazione** con i servizi esterni. Nello strato di presentazione, l’utente interagisce tramite l’editor e le azioni disponibili nei corsi, che attivano form essenziali per la raccolta dei parametri. La logica applicativa è affidata a processori dedicati per ciascuna azione (generazione testo, generazione immagini, riassunto, spiegazione), responsabili dell’orchestrazione delle richieste, delle validazioni di base e della gestione degli errori. Lo strato di integrazione incapsula le chiamate ai modelli tramite classi dedicate, esponendo un’interfaccia coerente e sostituibile che facilita l’evoluzione futura (ad esempio, l’aggiunta di nuovi modelli o varianti). La **configurazione** è **centralizzata** e comprende chiavi API, selezione dei modelli e limiti operativi; l’integrazione con l’infrastruttura Moodle è completata da hook e provider per la gestione degli eventi e dei servizi comuni. Insieme, tali scelte concorrono a ridurre la complessità percepita, mantenere un profilo tecnico accessibile e garantire un percorso di estensione ordinato, preservando al contempo trasparenza d’uso e qualità dei risultati.

### 2.1 Struttura del codice e organizzazione dei moduli

Il plugin è strutturato in **modo modulare**, favorendo manutenibilità, localizzazione e attenzione alla privacy, con le principali directory e componenti seguenti.

All’interno della directory principale si trova la cartella *classes*, che contiene le classi principali del plugin, organizzate per responsabilità funzionale. Il file *abstract\_processor.php* definisce una classe astratta di base che specifica l’interfaccia comune per i diversi processori di contenuti AI. I file *process\_generate\_text.php*, *process\_generate\_image.php* e *process\_summarise\_text.php* implementano rispettivamente la generazione di testo, la creazione di immagini e la sintesi automatica dei contenuti testuali, utilizzando i modelli di Gemini. Il file *provider.php* definisce la classe principale del fornitore AI, responsabile dell’integrazione con il framework dei servizi intelligenti di Moodle, mentre *privacy/provider.php* si occupa della gestione dei dati personali e dell’aderenza alle normative sulla privacy, in particolare alla conformità GDPR.

La directory *lang/en* contiene il file *aiprovider\_gemini.php*, che include le stringhe di localizzazione in lingua inglese utilizzate dal plugin, come etichette, descrizioni e messaggi di sistema. Il file *settings.php*

definisce i parametri di configurazione accessibili tramite l'interfaccia di amministrazione di Moodle, come le chiavi API e le impostazioni di connessione al servizio Gemini. Infine, *version.php* specifica i metadati del plugin, tra cui il numero di versione, la compatibilità con le versioni di Moodle e le eventuali dipendenze da altri componenti.

## 2.2 Flusso di elaborazione e interazione con Moodle

Nel flusso operativo del plugin, una **richiesta** utente **genera un evento** nell'interfaccia di presentazione (ad esempio dall'editor o da un'azione nel corso) che viene intercettato dai meccanismi di hook di Moodle e **instradato verso la classe provider** responsabile della mediazione con i processori concreti. I processori specializzati, implementati nei file *process\_generate\_text.php*, *process\_generate\_image.php* e *process\_summarise\_text.php*, svolgono l'orchestrazione logica: validano i parametri in ingresso, costruiscono il payload conforme all'API selezionata, invocano la classe di integrazione con i modelli e normalizzano la risposta per la presentazione all'utente. La classe astratta definita in *abstract\_processor.php* stabilisce il **contratto comune** che assicura coerenza tra i diversi processori e facilita l'introduzione di nuove modalità di elaborazione senza alterare il core del provider. Le chiamate verso l'ecosistema Google (ad es. Gemini o Imagen) sono incapsulate in componenti di integrazione che espongono un'**interfaccia sostituibile**, permettendo di variare i modelli o adattare i parametri operativi attraverso la configurazione centrale definita in *settings.php*.

## 2.3 Configurazione e attivazione del provider

La **configurazione** del plugin AI Provider Gemini si articola in alcune **fasi distinte**, che coinvolgono sia la piattaforma esterna **Google AI Studio** sia l'ambiente amministrativo di Moodle. Nella prima fase, l'amministratore del sistema accede a Google AI Studio e genera una **API Key** associata al progetto Gemini. La chiave viene creata tramite la console di gestione del proprio account Google Cloud, specificando eventuali restrizioni di dominio o di indirizzo IP per garantire la sicurezza delle chiamate. Una volta ottenuta, la chiave API costituisce il punto di accesso autenticato alle risorse dell'ecosistema Gemini, comprese le funzionalità di generazione testuale e di produzione di immagini.

Successivamente, la **chiave viene registrata all'interno di Moodle** attraverso la pagina di configurazione del plugin. In questa sezione è possibile inserire la chiave API e definire parametri aggiuntivi quali il numero massimo di richieste per utente e quelle globali giornaliere. Il sistema salva queste impostazioni in modo sicuro nel **database di configurazione** di Moodle, applicando le politiche di capability checking che ne limitano l'accesso ai soli amministratori. Per ogni action è possibile selezionare i modelli da utilizzare.

Completata la configurazione, il provider può essere attivato come servizio AI predefinito attraverso la sezione AI Providers del pannello di amministrazione. L'attivazione consente al plugin di essere riconosciuto dal framework interno di Moodle per l'intelligenza artificiale, rendendo disponibili le relative **actions** all'interno dell'editor di testo e delle aree didattiche. Tra le azioni predefinite figurano la **generazione di testo**, la **creazione di immagini**, la **sintesi di contenuti** e, a partire da Moodle 5.0, la **spiegazione di testi** a diversi livelli di complessità. Ogni azione è associata a un **processore dedicato**, che si occupa di instradare la richiesta verso il modello appropriato in base alla configurazione centrale.

# 3 SVILUPPO PER MOODLE 5.0

## 3.1 Cambiamenti dell'AI Subsystem

A partire da Moodle 5.0, l'AI Subsystem ha subito una revisione profonda orientata a una **maggiore modularità, interoperabilità e standardizzazione** delle interfacce per i provider di intelligenza artificiale. L'obiettivo principale di questo refactoring è stato quello di consolidare un'infrastruttura unificata per la gestione dei diversi servizi AI, riducendo la frammentazione che caratterizzava le implementazioni precedenti.

Nelle versioni precedenti, l'integrazione dei provider (come OpenAI o Azure) avveniva attraverso plugin autonomi, ciascuno dotato di una propria logica di comunicazione, di form personalizzati e di sistemi di logging eterogenei. Tale approccio, seppur funzionale nelle prime fasi di sperimentazione, comportava una notevole duplicazione di codice e un'elevata complessità di manutenzione.

Con Moodle 5.0, il nuovo **AI Subsystem Framework** introduce un'architettura completamente rinnovata, basata sul paradigma **Provider, Action, Model**, che si occupano rispettivamente di gestire la comunicazione con i servizi esterni, configurare nuove funzionalità offerte all'utente, astrarre i modelli AI per garantire compatibilità con un'interfaccia standard di invocazione. In questo modo si riescono a separare i ruoli e le responsabilità di ciascun componente.

La principale innovazione riguarda proprio i Model, che in Moodle 5.0 diventano **classi autonome** all'interno del framework, dove ogni modello corrisponde ad una classe specifica.

Questo approccio orientato agli oggetti sostituisce completamente la gestione testuale e statica della versione 4.5, semplifica la gestione dei modelli tramite un'interfaccia unificata e favorisce una maggiore interoperabilità tra i diversi servizi AI senza modificare il core del framework.

Un'altra importante innovazione è l'adozione della **Hooks API** che permette ai plugin di estendere o modificare il comportamento del sistema senza intervenire direttamente sul codice sorgente, introducendo meccanismi di event-driven design che favoriscono la scalabilità e la personalizzazione. Il provider Gemini riesce in questo modo a sfruttare hook dedicati per la gestione delle richieste e il monitoraggio delle interazioni con i modelli generativi.

Infine, il nuovo subsystem consolida i principi di **privacy by design** e **data minimization**, integrando controlli di capability e politiche di auditing centralizzate. Ogni richiesta AI è ora tracciata attraverso un **registro unificato**, che documenta l'azione, il modello impiegato e l'utente richiedente, assicurando trasparenza e conformità al GDPR e all'AI Act (2024).

### 3.2 Refactoring del plugin

Il processo di **refactoring del plugin Gemini Provider** non si è limitato a un semplice adattamento del codice, ma ha rappresentato una completa ricostruzione architettuale mirata a conformarsi ai principi di disaccoppiamento e modularità introdotti dal nuovo AI Subsystem di Moodle 5.0. L'aumento del codice da sole 6 a ben 20 classi è la diretta conseguenza di questa transizione, sostituendo un design monolitico con una struttura basata sulla separazione delle responsabilità.

Questa evoluzione strutturale è incarnata dall'introduzione di **tre nuovi namespace funzionali**. Il più significativo è *classes/aimodel/*, che risolve l'esigenza di astrarre i diversi modelli di intelligenza artificiale. In contrasto con la versione precedente, in cui la logica del modello era presumibilmente centralizzata, ora ogni modello supportato da Gemini (ad esempio, *gemini2\_5\_flash* o *imagen4\_0\_ultra\_generate\_001*) possiede una classe dedicata. Tutte queste classi estendono la nuova base comune *gemini\_base.php*, la quale incapsula la **gestione uniforme delle chiamate all'API** esterna, garantendo coerenza e facilitando l'aggiunta di futuri modelli, in linea con un robusto **Model-Oriented Design**.

Parallelamente, il namespace *classes/form/* introduce una serie di form class modulari necessarie per la **configurazione dinamica delle Actions** (come la generazione di testo o immagini) all'interno dell'interfaccia amministrativa di Moodle. Questo disaccoppia la definizione dei parametri di un'azione specifica dalla logica di esecuzione del Provider, un elemento chiave della nuova **architettura Provider-Action**.

L'aspetto più innovativo a livello di integrazione risiede nell'adozione della nuova **Moodle Hooks API**. La comparsa del file *db/hooks.php* per la definizione dei system hook e l'introduzione della classe *hook\_listener.php* nel namespace principale sono elementi critici. Questa entità, coadiuvata da *helper.php* per le funzionalità di supporto, è incaricata di intercettare e gestire in modo dinamico gli eventi del ciclo di vita dell'AI, permettendo al plugin di inserirsi nel runtime di Moodle 5.0 per scopi come il logging o il pre-processing delle richieste in modo pulito e non invasivo.

## 4 PUBBLICAZIONE REPOSITORY UFFICIALE

### 4.1 Come avviene la pubblicazione in repository ufficiale

La **pubblicazione di un plugin** in repository ufficiale di Moodle segue un processo rigoroso volto a garantirne qualità, sicurezza e conformità agli standard della piattaforma. Dopo la registrazione nella **Moodle Plugins Directory**, lo sviluppatore fornisce descrizione, licenza, versione compatibile, file di

release e documentazione di supporto; il plugin viene quindi sottoposto a controlli tecnici e validato prima della distribuzione pubblica. L'inclusione nel repository comporta numerosi vantaggi, tra cui installazione e aggiornamento automatizzati, localizzazione delle stringhe tramite AMOS, tracciamento pubblico delle issue e collaborazione aperta su repository Git, in linea con le migliori pratiche **open source**.

## 4.2 Statistiche

Secondo le **statistiche ufficiali di ottobre 2025**, il plugin Gemini Provider risulta installato su **36 siti Moodle** attivi, con **212 download** tra agosto e ottobre 2025. Il trend di adozione mostra una crescita significativa a partire da agosto 2025, in corrispondenza con la pubblicazione ufficiale nella directory, con un incremento marcato della versione 1.0.1 e l'uso si concentra principalmente su Moodle 4.5.

Questi dati testimoniano un ciclo di adozione in rapida espansione, sostenuto dalla disponibilità open source, dall'integrazione nativa con l'AI Subsystem di Moodle 4.5–5.0 e dalla percezione di un valore didattico crescente legato alle capacità di generazione, sintesi e spiegazione offerte dal modello Gemini.

## 5 CONCLUSIONI

Il progetto **AI Provider Gemini** è nato dall'esigenza concreta di integrare all'interno di Moodle i modelli di intelligenza artificiale sviluppati da Google, ampliando così la gamma di provider disponibili e offrendo alle istituzioni universitarie una maggiore flessibilità nella scelta degli strumenti AI a supporto della didattica digitale.

Questa integrazione risponde a un bisogno diffuso di **estensibilità** e **interoperabilità**, in un contesto in cui la **diversificazione delle tecnologie AI** rappresenta un elemento strategico per garantire sostenibilità, controllo dei costi e conformità normativa.

L'analisi dei dati di adozione raccolti dopo la pubblicazione del plugin nella repository ufficiale di Moodle conferma la pertinenza di questa scelta: **oltre 200 download in meno di tre mesi** e un numero crescente di installazioni attive testimoniano l'interesse della comunità accademica e dei tecnici e-learning verso l'integrazione con l'ecosistema Google.

Il riscontro positivo evidenzia come Gemini, in quanto uno dei principali Large Language Model (LLM) multimodali attualmente disponibili, risponda alle esigenze di chi desidera sperimentare **soluzioni avanzate di generazione e sintesi dei contenuti** direttamente all'interno dell'ambiente Moodle.

Il passaggio a Moodle 5.0 e il conseguente aggiornamento del plugin hanno segnato una svolta significativa, permettendo una ricostruzione architeturale completa basata sui principi di **modularità** e **scalabilità** introdotti dal nuovo *AI Subsystem Framework*.

Questo refactoring ha reso il provider Gemini più stabile, espandibile e facilmente personalizzabile, consentendo alle istituzioni di adattarlo alle proprie politiche e necessità operative. L'approccio adottato si è dimostrato efficace anche sul piano della manutenibilità e della trasparenza, grazie alla chiara separazione tra provider, azioni e modelli, e all'adozione di meccanismi conformi ai principi di privacy by design e *data minimization* previsti dal GDPR e dall'AI Act (2024).

In una prospettiva più ampia, l'integrazione di Gemini in Moodle non rappresenta soltanto un traguardo tecnico, ma anche un passo culturale verso una didattica più intelligente, adattiva e multimodale. La sinergia tra modelli generativi e ambienti open source apre infatti nuove opportunità per la creazione di **ecosistemi educativi più flessibili**, etici e partecipativi, in cui l'intelligenza artificiale supporta e potenzia l'apprendimento umano, senza sostituirlo.

Il plugin AI Provider Gemini si configura quindi come un **ponte tra ricerca, tecnologia e didattica**, capace di tradurre in pratica i principi di **innovazione responsabile** promossi dalle politiche europee e internazionali sull'uso dell'IA nell'istruzione. Il suo sviluppo continuerà a evolvere in linea con i prossimi aggiornamenti dell'ecosistema Moodle e dei modelli di intelligenza artificiale di nuova generazione al fine di garantire un'AI educativa aperta, trasparente e al servizio della conoscenza.

### Riferimenti bibliografici

- [1] [https://moodle.org/plugins/aiprovider\\_gemini](https://moodle.org/plugins/aiprovider_gemini)
- [2] <https://ai.google.dev/api?hl=it>
- [3] [https://docs.moodle.org/501/en/AI\\_tools](https://docs.moodle.org/501/en/AI_tools)
- [4] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- [5] <https://library.educause.edu/resources/2024/5/2024-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>