

WP4-A2. Un instrument de e-learning rafinat.



Această lucrare este licențiată sub o licență [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

"Finanțat de Uniunea Europeană. Punctele de vedere și opiniile exprimate aparțin, însă, exclusiv autorului (autorilor) și nu reflectă neapărat punctele de vedere și opiniile Uniunii Europene sau ale Agenției Executive Europene pentru Educație și Cultură (EACEA). Nici Uniunea Europeană și nici EACEA nu pot fi considerate răspunzătoare pentru acestea."



Transilvania
University
of Brasov





Conținut

1. INTRODUCERE	3
2. ABORDARE DE RAFINARE	4
2.1. Surse de feedback.....	4
2.2. Criterii folosite pentru prioritizarea îmbunătățirilor	5
3. PRINCIPALELE RAFINĂRI IMPLEMENTATE.....	7
3.1. Ajustări pedagogice și de design al jocului.....	7
3.2. Îmbunătățiri ale UX/UI și parcursului utilizatorului.....	8
3.3. Stabilitate tehnică și corecturi de performanță	8
4. VALIDARE SCURTĂ A VERSIUNII RAFINATE	10
4.1. Rezumatul testelor la scară mică și reacțiile utilizatorilor	10
4.2. Limitări rămase și puncte vacante pentru piloți.....	11
5. CONCLUZII ȘI PAȘI URMĂTORI	13

1. INTRODUCERE

Acest raport rezumă concluziile finale ale WP4. R2: Versiune rafinată a instrumentului de e-learning RockChain. În cadrul general al proiectului RockChain, această activitate se bazează direct pe baza de date și arhitectura back-end livrată în WP4. A1 și se concentrează pe transformarea acestui nucleu tehnic într-un instrument de e-learning mai robust și mai utilizabil. Prin alinierea jocului serios existent cu cerințele funcționale și pedagogice ale proiectului, activitatea asigură că sesiunile multiplayer, dinamica pieței și evenimentele miniere susțin eficient învățarea despre gestionarea deșeurilor ornamentale de rocă și economia circulară în contexte pilot reale.

Sarcina crucială a WP4. A2 este pentru a rafina prototipul inițial RockChain într-o aplicație stabilă, orientată spre învățare. În loc să introducă o arhitectură nouă, această activitate consolidează și extinde lucrările anterioare, abordând simultan nevoile pedagogice, experiența utilizatorului și stabilitatea tehnică. Acest efort implică integrarea unor funcții esențiale de învățare, cum ar fi monitorizarea progresului și feedback-ul educațional, în timp ce eficientizează fluxul general al jocului, inclusiv logarea, sălile de așteptare și tranzițiile pe runde, pentru a facilita navigarea pentru adulți cu abilități digitale eterogene. Mai mult, comportamentul de rulare al sistemului a fost consolidat pentru a asigura o funcționare constantă în condiții realiste, rezolvând în special provocările legate de consistența temporizatorului, gestionarea reconectării și sincronizarea dintre serverul autoritar și Firestore.

În acest context, raportul nu repetă în mod deliberat descrierea tehnică completă a stratului de date deja documentată în WP4. A1. În schimb, oferă o prezentare concentrată a modului în care componentele backend existente (baza de date Firestore (Firestore database, Firebase Functions și serverul WebSocket pe Google Cloud Run) au fost rafinate și extinse pentru a funcționa ca un instrument integrat de e-learning. Documentul detaliază abordarea iterativă și sursele de feedback care au ghidat aceste schimbări, îmbunătățirile specifice implementate la nivel pedagogic și tehnic, precum și rezultatele unei validări scurte bazate pe teste la scară mică. Procedând astfel, WP4. A2 face legătura între un backend pregătit pentru producție și instrumentul interactiv RockChain care va fi specificat, documentat și implementat în activitățile WP4 viitoare și în acțiunile pilot WP5.

2. ABORDARE DE RAFINARE

WP4. A2 a urmat o abordare iterativă de rafinare, nu o reproiectare completă. Pornind de la backend-ul gata de producție livrat în WP4. A1, echipa a rulat o secvență de cicluri scurte în care grupuri mici de utilizatori și evaluatori tehnici au interacționat cu instrumentul RockChain, în timp ce dezvoltatorii monitorizau comportamentul prin jurnale și metrici. Fiecare ciclu producea un set limitat de modificări concrete care erau validate imediat în runda următoare, cu constrângerea explicită de a păstra modelul de date de bază și arhitectura definită în WP4. A1.

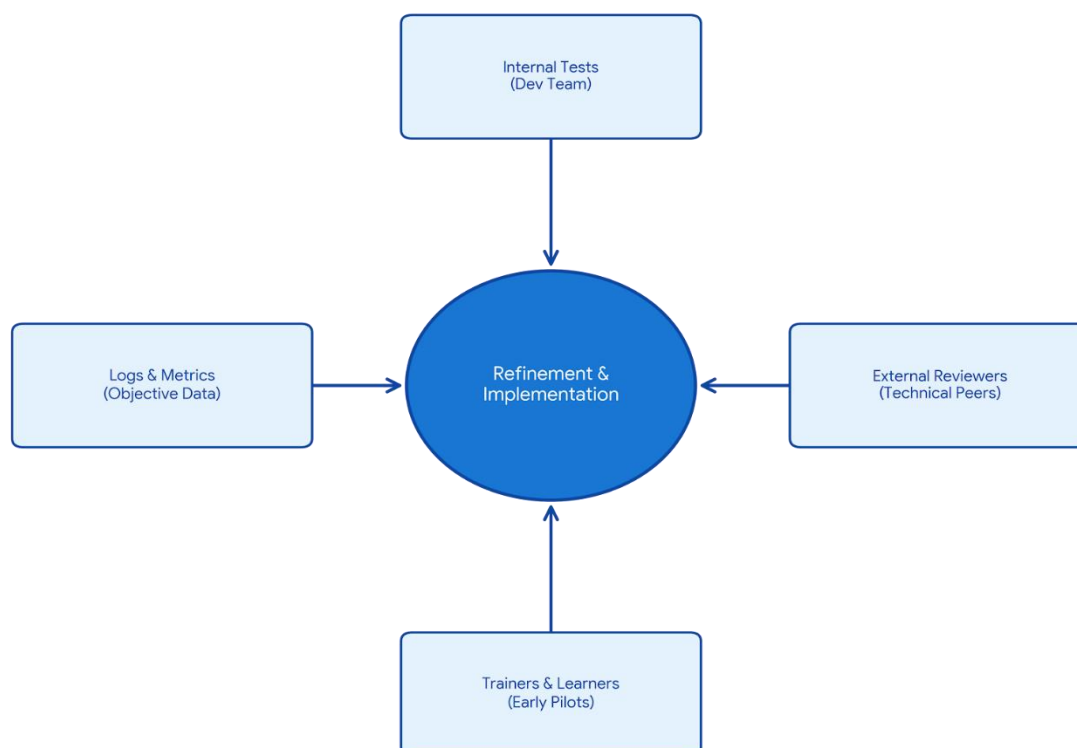
2.1. Surse de feedback

Rafinamentele implementate în WP4. A2 au fost ghidate de patru canale principale de feedback:

- Dezvoltare internă și teste de integrare: Echipa de dezvoltare de bază a efectuat sesiuni repetate de la un capăt la altul (de la autentificare până la finalul jocului) pe diferite dispozitive și condiții de rețea. Aceste teste s-au concentrat pe identificarea condițiilor de cursă, a inconsistențelor cronometrului, a erorilor de navigație și a desincronizării între serverul WebSocket și Firestore. Concluziile au fost completate de revizuirile țintite ale codului privind contextele de management al stărilor și logica de gestionare a socket-urilor.
- Recenzori tehnici externi: Pe lângă echipa de bază, proiectul a implicat un grup mic de dezvoltatori colegi cu experiență în aplicații în timp real și UX mobil. Acești recenzori externi au examinat utilizarea socket-urilor, strategiile de reconectare, sincronizarea numărătoarei inverse și structura stivei de navigare și au sugerat îmbunătățiri concrete, cum ar fi o gestionare mai robustă a ciclului de viață a socket-urilor, o separare mai clară între starea autoritativă și cea locală și simplificări în anumite fluxuri UI pentru utilizatorii neexperți.
- Formatori și cursanți adulți în sesiuni timpurii de tip pilot: Au fost organizate sesiuni scurte, informale, cu instructori și grupuri mici de adulți care să învețe publicul țintă al RockChain. Participanții au fost rugați să finalizeze runde simplificate de joc, în timp ce antrenorii au observat unde utilizatorii au ezitat sau au devenit confuzi (de exemplu, în timpul onboarding-ului, alăturării unui joc, înțelegerii camerei de așteptare, interpretării cronometratelor sau citind feedback-ul pieței/mineritului). Comentariile și comportamentele lor observate au oferit input direct asupra utilizabilității, clarității mesajelor și încărcării cognitive.
- Jurnale tehnice și metrici de runtime: Atât clientul, cât și serverul autoritar erau instrumentate cu logare ușoară. Au fost colectate metrici legate de stabilitatea conexiunii, evenimentele de reconectare, deriva cronometrului, evenimentele duplicate și condițiile de eroare. Aceste semnale obiective au ajutat la

confirmarea sau nuanța feedback-ului anecdotic și la prioritizarea problemelor care aveau cel mai mare impact asupra stabilității (de exemplu, apariția numărătoarelor inverse nesincronizate sau a calculelor repetate ale recompenselor).

Împreună, aceste surse au oferit o perspectivă echilibrată care a combinat experiența la nivel de utilizator (formatori și cursanți), soliditatea tehnică (dezvoltatori interni și externi) și dovezile de rulare (jurnale și metrici).



Figură 1: Surse de feedback

2.2. Criterii folosite pentru prioritizarea îmbunătățirilor

Din cauza timpului și resurselor disponibile pentru WP4. A2 au fost limitate, nu toate constatările au putut fi abordate imediat. Echipa a aplicat astfel un set simplu de criterii pentru a prioritiza ce rafinamente trebuie implementate în această activitate:

- Impactul asupra învățării și facilitării: Schimbările care au afectat direct capacitatea instructorilor de a conduce o sesiune sau a cursanților de a înțelege ce trebuie făcut au fost tratate ca o prioritate ridicată. Aceasta include tranziții

- mai clare în runde, mesaje de feedback mai explicite, integrare mai lină și o experiență în sala de așteptare mai previzibilă.
- Stabilitatea și riscul pentru sesiunile pilot: Problemele care puteau strica o sesiune de joc sau perturba grav sincronizarea (de exemplu, inconsistențe de timer, reconectare nesigură a socket-urilor, recompense duplicate) au fost rezolvate înainte de îmbunătățiri cosmetice sau pur estetice. Scopul era să se asigure că viitorii piloți nu vor fi subminați de instabilitate tehnică.
 - Cost versus beneficiu de implementare: Rafinările care ofereau un beneficiu clar cu un efort relativ scăzut de implementare au fost prioritizate înaintea unor schimbări mai intruzive care ar fi necesitat rescrieri mari ale codului sau modificări ale schemei Firoand. Ori de câte ori a fost posibil, au fost concepute îmbunătățiri pentru a reutiliza structurile de date și arhitectura stabilite în WP4. A1.
 - Alinierea cu viitoarele activități WP4 și WP5: S-a acordat preferință îmbunătățirilor care să susțină și lucrări ulterioare: definirea specificațiilor funcționale și a ghidurilor, integrarea analizelor de învățare și implementarea pilotului WP5. De exemplu, adăugarea sau consolidarea colecțiilor și evenimentelor privind progresul învățării a fost prioritizată în detrimentul schimbărilor pur vizuale, deoarece întărește atât evaluarea pedagogică, cât și raportarea viitoare.

Aplicarea acestor criterii a asigurat că WP4. A2 a produs un set concentrat de rafinamente cu impact tangibil asupra utilizabilității învățării și robusteții tehnice, menținând totodată instrumentul compatibil cu designul backend și al bazei de date deja stabilit în activitatea anterioară.

3. PRINCIPALELE RAFINĂRI IMPLEMENTATE

Lucrările de rafinare din WP4. A2 nu a schimbat conceptul de bază al RockChain sau arhitectura backend așa cum este definită în WP4. A1. În schimb, s-a concentrat pe modul în care se comportă jocul, cum se simte la utilizare și cât de clar susține rezultatele dorite de învățare în condiții realiste de antrenament. Principalele schimbări pot fi grupate în trei domenii.



Figură 2: Trei stâlpi ai rafinamentului

3.1. Ajustări pedagogice și de design al jocului

Din perspectiva învățării, scopul a fost să facă intenția din spatele fiecărui element de joc mai ușor de înțeles și să întărească legătura dintre acțiunile din joc și conceptele de economie circulară. Mai multe modificări contribuie la acest lucru:

- Obiective mai clare și structură rotundă. Informațiile afișate la începutul jocului și la fiecare rundă au fost rafinate astfel încât cursanții să știe ce trebuie să facă (să folosească eficient resursele, să reducă risipa, să acorde atenție unor industrii specifice) și cum structura runde susține aceste obiective.
- Ritm ajustat pentru adulții cu abilități digitale diverse. Cronometrele de rundă, provocările miniere și evenimentele de piață au fost revizuite pentru a reduce stresul inutil, păstrând totodată un sentiment de competiție. Duratele și frecvența evenimentelor au fost reglate pentru a oferi suficient timp pentru a citi, gândi și acționa.
- O legătură mai puternică cu economia circulară. Explicațiile scurte și mesajele din joc subliniază acum de ce anumite acțiuni sunt recompensate (reciclarea,

transformarea materialelor, alegerea anumitor industrii), făcând legătura cu gestionarea deșeurilor din lumea reală și eficiența resurselor mai explicită.

- Recompense mai transparente și logică la finalul runde. Modul în care industriile câștigătoare și bonusurile sunt calculate și prezentate a fost clarificat, astfel încât rezultatele să pară mai puțin aleatorii și cursanții să poată înțelege mai bine consecințele deciziilor lor.

Împreună, aceste ajustări ascuțesc RockChain ca o activitate structurată de învățare, nu doar ca un joc competitiv.

3.2. Îmbunătățiri ale UX/UI și parcursului utilizatorului

Al doilea grup de rafinamente vizează călătoria utilizatorului prin ecrane și faze, cu scopul de a reduce fricțiunile și de a reduce necesitatea intervenției constante a facilitatorului, în special pentru utilizatorii adulți aflați la prima dată.

Îmbunătățiri cheie includ:

- Informații coerente despre antete și stare. Un antet comun prezintă acum elemente esențiale (timpul rămas, resursele cheie, indicatorii de bază) într-un format stabil pe ecranele principale ale jocului, reducând suprasolicitarea cognitivă în rundele rapide.
- Navigare mai clară între faze. Tranzițiile între vizualizările din sala de așteptare, piață, minerit și finalul runde au fost făcute mai explicite prin butoane ajustate, etichete și mesaje intermediare, astfel încât cursanții să înțeleagă când se termină o fază și ce se va întâmpla în continuare.
- Feedback mai bun în stările de încărcare și așteptare. Indicatorii vizuali și mesajele explicative scurte marchează acum punctele de sincronizare și pașii de procesare, reducând percepția că sistemul a "înghețat" și ajutând grupurile să rămână coordonate.
- Texte și layout simplificate. Formularea, proeminența acțiunilor cheie și mesajele de eroare au fost revizuite pentru a fi mai accesibile utilizatorilor cu niveluri diferite de familiaritate digitală.

Ca urmare, RockChain este mai ușor de integrat, mai fluid în sesiuni scurte de antrenament și mai evident din perspectiva cursantului.

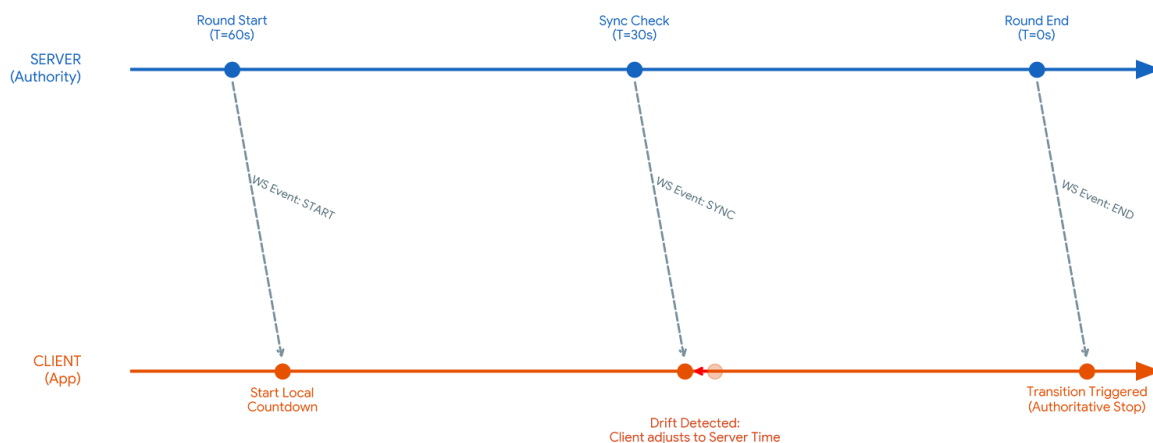
3.3. Stabilitate tehnică și corecturi de performanță

În final, WP4. A2 a introdus rafinamente tehnice țintite pentru a consolida stabilitatea și performanța în condiții realiste de clasă, fără a modifica arhitectura de bază Firestore + Functions + WebSocket descrisă în WP4. A1.

Cele mai relevante soluții sunt:

- Un cronometru și o logică de sincronizare mai robuste. Gestionarea cronometrelor de rundă și a evenimentelor sincronizate a fost revizuită pentru a reduce discrepanțele dintre dispozitive și pentru a evita situațiile în care jucătorii rămân blocați în stări de așteptare sau văd numărătoare inverse inconsistente.
- Gestionare mai curată a datelor și propagare în timp real. Interacțiunile dintre clientul React Native, Firestore și serverul în timp real au fost ajustate pentru a reduce operațiunile redundante, a evita condițiile de cursă și a asigura că actualizările (tranzacții, răspunsuri de minerit, tranziții de rundă) ajung constant la toți jucătorii.
- Gestionare și recuperare îmbunătățită a erorilor. Mesajele de eroare sunt acum mai informative, iar comportamentele de rezervă au fost adăugate acolo unde a fost posibil, facilitând interpretarea problemelor în timpul piloților pentru instructori și depanarea problemelor neașteptate de rețea sau de stare pentru dezvoltatori.
- Ajustarea performanței pentru dimensiunile tipice ale grupurilor. Testele cu un număr realist de jucători simultani și rețele standard din sălile de clasă au dus la ajustări minore menite să reducă întârzierile, timeout-urile și transferul inutil de date.

Aceste rafinamente tehnice oferă o bază de bază mai solidă pentru WP4 și WP5, asigurând că versiunea rafinată a RockChain poate fi folosită ca o implementare stabilă de referință pentru specificații, ghiduri de antrenament și implementare pilot.



Figură 3: Diagramă a liniei de numărătoare inversă

4. VALIDARE SCURTĂ A VERSIUNII RAFINATE

WP4. A2 a inclus o fază de validare ușoară, dar țintită, pentru a confirma că rafinamentele descrise mai sus făceau RockChain mai utilizabil și mai fiabil în scenarii realiste de antrenament, fără a introduce regresii în arhitectura de bază livrată de WP4. A1. În loc de un pilot mare, această validare a luat forma unor sesiuni la scară mică, de la un capăt la altul, și a unor rulări tehnice menite să testeze unealta rafinată în condiții similare celor așteptate în WP5.

4.1. Rezumatul testelor la scară mică și reacțiile utilizatorilor

Activitățile de validare au combinat trei perspective complementare:

- Verificări tehnice de la un capăt la altul ale echipei de dezvoltare: Echipa a efectuat sesiuni complete repetate (autentificare → crearea jocului/intrarea → sala de așteptare → mai multe runde → finalul jocului) pe diferite dispozitive și rețele. Aceste rulări au fost folosite pentru a verifica că:
 - Jocurile puteau fi create și integrate constant.
 - Numărătoarea inversă și tranzițiile de rundă s-au comportat conform așteptărilor.
 - Reconnectările și întârzierea clienților nu i-au lăsat pe jucători blocați permanent.
 - Datele scrise pe Firestore (jocuri, utilizatori, blocuri de minerit, progres în învățare) corespundeau rezultatelor așteptate din fiecare rundă.
- Studii concentrate cu dresori și grupuri mici de adulți cursanți: Au fost organizate exerciții scurte în care instructorii și un număr limitat de participanți adulți, similar grupului țintă al proiectului, au folosit RockChain într-un mediu controlat. Li s-a cerut să:
 - Conectează-te, intră într-un joc comun și finalizează runde simplificate.
 - Interacționează cu piața, minarea și funcțiile de reciclare.
 - Interpretează rezumatele de la finalul runde și feedback-ul de bază.

Observațiile din aceste studii indică faptul că:

- Integrarea și intrarea într-un joc au devenit mai simple, cu mai puține întrebări despre "ce să apăs în continuare".
- Sala de așteptare și tranzițiile de tip round erau mai ușor de urmărit, datorită mesajelor mai clare și sincronizării mai previzibile.

- Participanții au înțeles mai bine de ce au fost recompensați pentru anumite acțiuni (de exemplu, reducerea risipei, alegerea unor industrii specifice), iar formatorii puteau folosi aceste rezultate ca punct de plecare pentru discuții.
- Jurnal de rulare și metrici din versiunea rafinată: Atât în sesiunile tehnice, cât și în cele axate pe utilizator, jurnalele clientului și serverului au fost monitorizate pentru:
 - Evenimente de conexiune și reconectare.
 - Discrepanțele de tip timer drift și numărătoarea inversă.
 - Probe de rundă duplicate sau lipsă.
 - Condiții de eroare în scrierile Firestore și calculele de recompensă.

Comparativ cu versiunile interne anterioare, versiunea rafinată a prezentat mai puține inconsistențe în timere și stări de rundă, o reconectare mai fiabilă la serverul în timp real și o reducere a cazurilor limită în care jucătorii rămâneau în afara sincronizării sau nu primeau rezultatele finale.

Luate împreună, aceste teste la scară mică sugerează că rafinările din WP4. A2 au îmbunătățit atât experiența utilizatorului, cât și comportamentul tehnic al RockChain, oferind un instrument mai stabil și mai ușor de înțeles pentru viitorii piloți.

4.2. Limitări rămase și puncte vacante pentru piloți

În același timp, validarea a rămas intenționat limitată ca scop, iar mai multe puncte deschise sunt rezervate pentru WP4. Activitățile pilot A6–A7 și WP5:

- Scară și diversitate a utilizatorilor: Versiunea rafinată a fost testată cu grupuri mici și medii controlate, dar încă nu cu cohorte mai mari și mai eterogene din toate țările partenere. Comportamentul sub sarcină maximă, infrastructurile variate ale sălii de clasă și diferitele stiluri de antrenori trebuie încă observate.
- Evaluarea formală a utilizabilității și accesibilității: Feedback-ul până acum a fost calitativ și observațional. Teste de utilizabilitate mai sistematice – de exemplu, chestionare structurate sau evaluări bazate pe sarcini cu adulți peste 45 de ani și cu abilități digitale scăzute – vor fi realizate în activitățile ulterioare pentru a confirma și rafina deciziile curente de UX.
- Analiza învățării și instrumente pentru antrenori: Structurile de date pentru înregistrarea progresului învățării și a evenimentelor cheie din joc sunt acum implementate, însă tablourile de bord și instrumentele de raportare destinate antrenorilor sunt încă într-o fază incipientă. Piloții vor fi folosiți pentru a

identifica indicatorii cei mai utili și cum ar trebui vizualizați pentru educatorii non-tehnici.

- Cazuri limită reziduale și constrângeri de rețea: Deși principalele probleme de stabilitate au fost rezolvate, cazuri limită ocazionale pot apărea încă sub conectivitate deficitară, acțiuni rapide ale utilizatorului sau închideri neașteptate de aplicații. WP5 va oferi o bază de dovezi mai largă pentru a decide dacă sunt necesare garanții suplimentare sau soluții de rezervă.
- Ajustarea fină a conținutului și localizării: Versiunea actuală suportă mai multe limbi și texte explicative de bază, dar formularea, exemplele și ritmul pot necesita totuși ajustări odată ce RockChain este folosit în contexte naționale și sectoriale diferite.

Din aceste motive, versiunea rafinată a fost produsă în WP4. A2 ar trebui văzut ca o implementare pregătită pentru pilot: suficient de stabilă pentru a fi folosită în cursuri reale, dar intenționat deschisă la îmbunătățiri suplimentare bazate pe feedback-ul structurat din WP5. Piloții vor juca, așadar, un rol dublu – atât ca activități educaționale, cât și ca fază extinsă de validare care va informa orice ajustări finale ale instrumentului și materialelor sale de suport.

5. CONCLUZII ȘI PAȘI URMĂTORI

WP4. A2 a rafinat prototipul inițial RockChain într-un instrument de e-learning pregătit pentru pilot, construind direct pe backend și stratul de date livrat în WP4. A1 fără a modifica alegerile arhitecturale de bază (Firestore, Firebase Functions și serverul autoritar WebSocket consumat de un client React Native). Obiectivul acestei activități a fost de a face ca sistemul existent să se comporte mai mult ca un instrument structurat de învățare decât ca un joc pur: clarificând modul în care acțiunile se raportează la conceptele de economie circulară, reducând fricțiunile în parcursul utilizatorului pentru adulții cu abilități digitale eterogene și abordând probleme concrete de stabilitate, sincronizare și gestionarea erorilor apărute în testele timpurii. Ca urmare, RockChain devine acum mai previzibil de gestionat într-o sală de clasă sau un atelier și este mai ușor de înțeles pentru instructori și cursanți, rundă cu rundă.

Rafinamentele implementate în WP4. A2 oferă, de asemenea, o imagine mult mai clară a ceea ce trebuie să facă de fapt instrumentul în practică. Prin ajustarea fluxului de joc, stabilizarea fluxurilor cheie de date și consolidarea caracteristicilor orientate spre învățare, cum ar fi urmărirea progresului și mesajele de feedback, această versiune a RockChain acționează efectiv ca o "specificație de lucru" din care se poate obține documentație mai formală. Va informa specificațiile funcționale din WP4-A3, indicând care comportamente și structuri de date sunt esențiale și care sunt opționale, și va ghida notițele de ghid din WP4-A4, oferind exemple concrete despre cum să introduci RockChain, să gestionezi rundele și să dai rezultate de debriefing cu cursanți adulți în diferite contexte de instruire. Pentru WP4-A5, implementarea de referință coerentă și stabilă reduce semnificativ riscul tehnic și permite partenerilor să se concentreze pe ambalare, finisare și finalizare a instrumentului interactiv (active, traduceri, configurații) în loc să gândească mecanismele de bază.

Privind spre WP5, instrumentul care apare din WP4. A2 este conceput ca punct de plecare pentru implementarea piloților: suficient de robust tehnic pentru a fi folosit în cursuri reale, dar deschis deliberat pentru ajustări suplimentare. Piloții vor oferi dovezi mai largi și mai diverse — din țări, instituții și profiluri de cursanți — despre cum se comportă RockChain în condiții reale și cum sprijină învățarea gestionării deșeurilor ornamentale și strategiilor circulare. În acest sens, WP4. A2 marchează o tranziție: de la proiectarea și stabilizarea fundamentelor tehnice și pedagogice ale instrumentului la utilizarea RockChain în contexte educaționale autentice, unde accentul se poate schimba tot mai mult de la "a face să funcționeze" la maximizarea impactului educațional și extragerea lecțiilor pentru utilizare viitoare și posibile extinderi dincolo de durata proiectului.